REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

LILLE. — LE BIGOT FRÈRES, IMPRIMEURS-ÉDITEURS

QK1
.R44
1899
v.11

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIÈME

Mo. Bot. Garden,
1900.

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1899

NOTES TÉRATOLOGIQUES

SUR LE *VERONICA PROSTRATA* L.

par M. P. GRÉLOT.

Il m'est arrivé, pendant une de mes herborisations de cette année, de rencontrer des pieds de *Veronica prostrata* L. qui présentent des phénomènes de multiplication et de prolifération très curieux et fort compliqués. La récolte fut faite sur un rocher situé en bordure de la route qui va de Pierre-la-Treiche à Maron, en longeant la Moselle, vis-à-vis des Grottes S^te^-Reine. Malgré les plus minutieuses recherches, je n'ai pu en récolter que quatorze pieds, dont sept entièrement défleuris et sept portant encore des fleurs dans la moitié supérieure des grappes. La station était limitée à l'extrémité Est du rocher, sur un espace de moins de dix mètres carrés.

Il n'y a rien de particulier à signaler dans le port de la plante ; comme dans le cas normal, les fleurs sont groupées en deux longues grappes spiciformes opposées et axillaires près du sommet de la tige qu'elles dépassent de beaucoup ; les modifications que j'ai observées ont lieu généralement dans la moitié supérieure des grappes. Les 14 échantillons recueillis présentent tous des fleurs plus ou moins modifiées ; certaines grappes en offrent seulement 4 de normales sur 28 ; deux pieds ont toutes leurs fleurs doublées. Pour les fleurs déjà flétries, les anomalies se manifestent par l'arrêt de développement plus ou moins accentué de l'ovaire. Certains de ces ovaires contiennent dans chaque loge 7 à 8 ovules atrophiés ; ces ovaires sont restés petits, de forme ovoïde, légèrement aplatis dans le sens latéral, mais non à la fois aplatis et en cœur renversé comme les ovaires féconds ; ils sont surmontés d'un style court qui occupe le sommet au lieu de se trouver au fond d'une échancrure ; parfois l'atrophie du gynécée est complète.

Les phénomènes tératologiques que ces fleurs présentent sont de deux sortes : dédoublement d'une part, prolifération axillaire et

médiane d'autre part. Quelquefois les deux cas sont réunis sur la même plante.

Malgré l'énorme quantité de faits tératologiques étudiés depuis un siècle, ceux ayant trait au *Veronica prostrata* L. sont encore peu nombreux.

Dedecek (1) a souvent rencontré des *Veronica prostrata* avec calice et corolle à cinq divisions. C'est là tout ce que j'ai pu relever dans la bibliographie de l'espèce. Par contre les phénomènes de multiplication et de métamorphose sont assez fréquents dans le genre Véronique et ont été signalés chez de nombreuses espèces (2). C'est ainsi qu'on a rencontré des cas de multiplication des sépales (*Veronica agrestis* L.) ; plus souvent le nombre des pétales s'est accru (*V. arvensis* L., *V. Beccabunga* L., *V. hederæfolia* L., *V. Teucrium* L.) ; plus rarement on a trouvé 3 loges à l'ovaire (*V. agrestis* L., *V. arvensis* L.). Enfin il y a parfois métamorphose des étamines en carpelles (*V. serpyllifolia* L.). Mais jusqu'ici, à ma connaissance, on n'y a encore trouvé aucun cas de prolifération.

Je décrirai seulement dans cette note quelques-uns des cas les plus curieux que j'ai observés. J'ai dû me contenter pour l'instant de faire une étude purement morphologique ; bon nombre de fleurs ont été laissées en place sur leurs grappes et conservées pour servir plus tard à une étude anatomique plus approfondie ; il est permis de croire que la course des faisceaux libéroligneux fournira des faits curieux et intéressants.

J'ajouterai que je n'ai vu sur les nombreuses fleurs que j'ai examinées aucune larve, aucun insecte, ni aucune trace de champignon inférieur.

Avant de passer en revue les modifications observées, je ne crois pas inutile de rappeler le diagramme et la structure de la fleur type du *Veronica prostrata* (fig. 1).

Elle comprend un calice à 5 lobes très inégaux, linéaires, aigus, non ciliés ; une corolle petite, à tube court, à 4 lobes ovales tous arrondis au sommet ; 2 étamines alternes avec le pétale postérieur et les pétales latéraux et enfin un ovaire biloculaire à placentation axile, entièrement glabre, ovale, comprimé et émarginé au sommet avec un sinus obtus.

(1) Penzig : *Pflanzenteratologie*, liv. II, p. 215.

(2) Ibidem.

Sur une même grappe on trouve des fleurs normales à côté d'autres très modifiées ; d'autre part, un phénomène tératologique donné n'affecte pas spécialement une grappe donnée. Aussi, pour plus de facilité, j'ai décrit les monstruosités non dans l'ordre où je les ai observées sur une même grappe, mais en les classant de façon à aller des cas les plus simples aux cas les plus compliqués.

N° I. — On trouve dans cette fleur 10 sépales très inégaux ; deux d'entre eux sont pétaloïdes au sommet. La corolle comprend 6 pétales soudés à leur base ; les étamines ont disparu. Au centre il existe 3 carpelles soudés en un ovaire triloculaire.

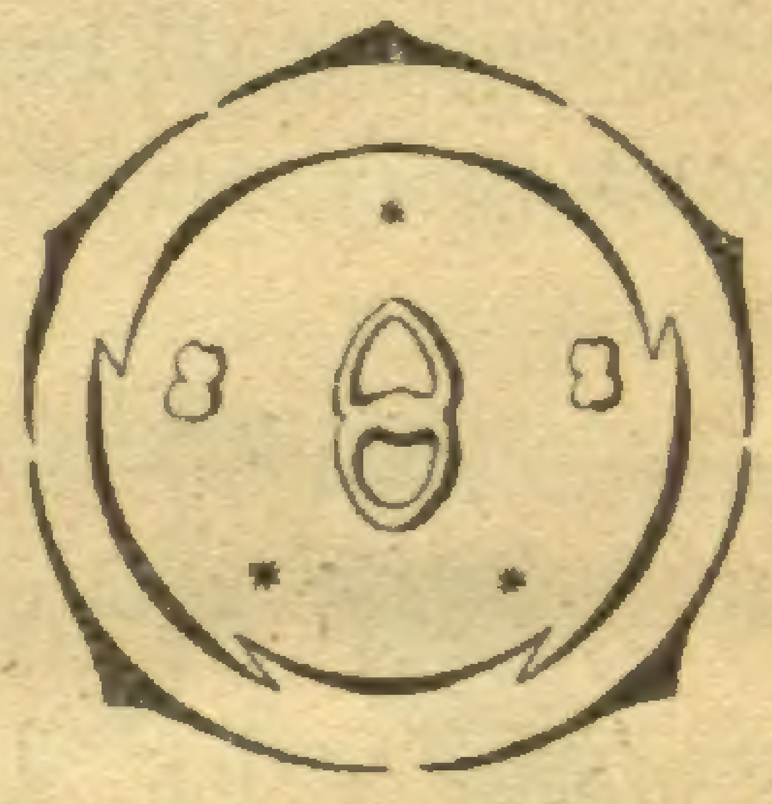


Fig. 1. — Diagramme de la fleur type du *Veronica prostrata*.

Tout se réduit à un simple dédoublement latéral et à l'avortement de l'androcée.

N° II. — La fleur se compose de 5 sépales normaux, de 3 pétales soudés en tube à la base, d'une étamine fertile et enfin de 3 carpelles opposés aux 3 pétales et soudés en un ovaire triloculaire surmonté d'un style à 3 stigmates.

Il y a ici réduction dans le nombre des pièces de la corolle et de l'androcée, mais multiplication de celles du gynécée. C'est là un exemple du *balancement organique* d'Aug. de St-Hilaire.

N° III. — La fleur est très doublée et les nombreuses pièces colo rées qu'elle comporte, serrées les unes contre les autres, lui font prendre une forme globoïde du plus bel effet. On y trouve 6 sépales très inégaux et au-dessus 25 pièces pétaloïdes ; d'abord ces pièces, qui ont conservé la forme et la couleur des pétales normaux, sont soudées à leur base au nombre de 8 à 10 environ, en formant une ligne d'insertion spiralée ; puis la concrescence latérale diminuant de plus en plus, ces pièces deviennent libres sur la spirale. A partir de ce niveau la forme change et certaines pièces sont réduites à des languettes. Çà et là on retrouve à l'aisselle de quelques pétales un rudiment de filet staminal parfois allongé en tube ou en forme de cornet rappelant très bien les fleurs tubuleuses. Enfin au sommet de la spirale et terminant l'axe, on trouve un ovaire biloculaire muni d'ovules non développés et portant sur une de ses faces un appendice aplati, pétaloïde et dont le sommet montre une anthère bilo-

culaire soudée au style un peu au-dessous du stigmate (fig. 2). Toute relation phyllotaxique a disparu.

Il y a ici multiplication des pièces de la corolle qui s'insèrent en spirale sur un axe qui n'est que le prolongement du réceptacle. C'est ce que Godron (1) a décrit chez le *Begonia tuberosa* Lam., l'*Antirrhinum majus* L., et chez plusieurs Crucifères sous le nom de *pétalomanie*. Il remarque que, par suite de la lenteur de ces formations successives, lorsque les pétales de la base sont déjà flétris, ils sont pour ainsi dire remplacés par d'autres, ce qui donne aux fleurs très doublées une longue durée. J'ai pu contrôler sur de nombreuses fleurs l'exactitude de cette remarque.

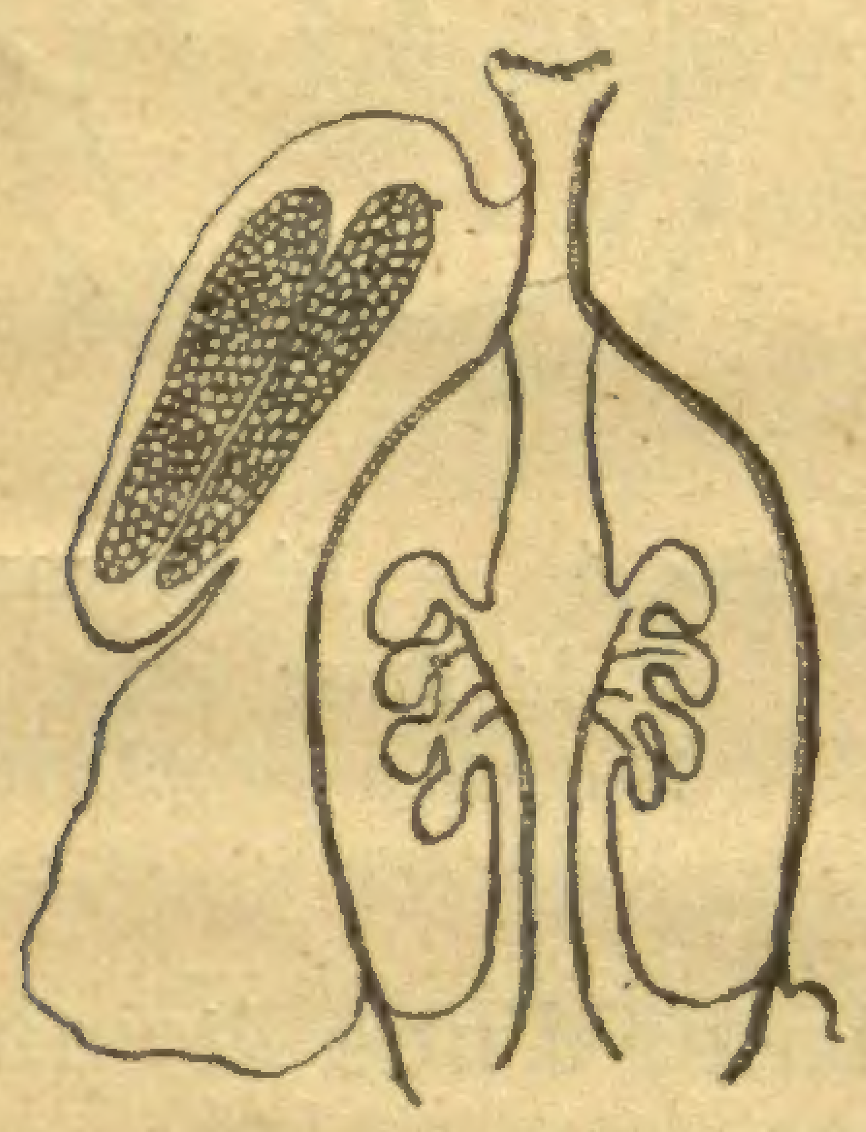


Fig. 2. — Ovaire de *Veronica prostrata* présentant un cas de petalodie imparfaite.

Les étamines en forme de cornet allongé ont été décrites par le même auteur (2) dans des fleurs de Petunia hybride ; il les appelle *pétales infundibuliformes ;* ils proviennent de la métamorphose régressive des filets staminaux.

Quant à la pétalodie du pistil, d'après le Dr Masters (3), elle est beaucoup moins fréquente que la transformation du pistil en étamine et affecte généralement et seulement le style et le stigmate. On peut considérer l'ovaire décrit ci-dessus comme présentant un cas de pétalodie imparfaite.

N° IV. — Cette fleur offre exactement les mêmes phénomènes de multiplication que la précédente ; les pétales, de plus en plus petits de la base au sommet, sont encore insérés suivant une spirale, mais au sommet de la fleur on ne trouve aucune trace d'ovaire et il est impossible de dire s'il y a eu métamorphose régressive du gynécée ou avortement.

N° V. — Le calice comprend 5 sépales qui ne présentent rien de particulier ; au-dessus, une corolle gamopétale normale à 4 pièces

(1) Godron : *Troisièmes mélanges de tératologie végétale*. Extrait des Mém. de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg, t. XXI, 1877.

(2) Godron : *Mélanges de tératologie végétale*. Extrait des Mém. de la Société nationale des Sciences de Cherbourg, t. XVIII, 1874

(3) Masters : *Vegetable teratology*, p. 296.

mais ne portant qu'une seule étamine qui est pétaloïde. Au-dessus encore, on trouve une autre corolle gamopétale formée de 4 pièces semi-pétaloïdes et alternes avec les 4 pièces de la corolle normale ; puis viennent avec une alternance parfaite 2 nouvelles corolles gamopétales de 4 pièces chacune, très jeunes et encore vertes. La corolle supérieure porte deux étamines bien constituées. Enfin, la fleur se termine par un ovaire biloculaire qui paraît normal.

On remarquera que l'alternance des cycles n'a pas été troublée. Cette structure avec alternance ne peut s'expliquer par un dédoublement radial, ce qui est le cas le plus fréquent. Le dédoublement radial a été signalé depuis longtemps déjà chez des Œillets, des Renoncules, des Campanules, chez quelques Labiées, etc.... (1) ; mais alors les corolles emboîtées les unes dans les autres ont leurs pièces *superposées* d'un cycle à un autre. La présence de 3 corolles avec lobes alternes ne peut non plus s'expliquer par une transformation de l'androcée qui est normalement réduit à deux étamines. Et d'ailleurs on verra plus loin que souvent les étamines existent même quand il y a dédoublement. Il faut donc considérer ces trois corolles comme produites par une *multiplication de cycles*, de même qu'il se fait une multiplication de pièces sur une même spirale.

N° VI. — Cette fleur comprend un calice normal à 5 sépales, puis 2 corolles alternes de 4 pièces chacune ; les étamines n'existent pas. Au centre, on trouve 2 ovaires biloculaires soudés latéralement et surmontés, l'un de 2 styles, l'autre d'un seul style bifide au sommet. La première corolle est gamopétale, la deuxième a ses pièces libres.

Comme dans la fleur n° IV il s'est fait une multiplication du cycle pétalaire. La présence de 2 ovaires biloculaires soudés *latéralement* peut s'expliquer par une chorise latérale des deux feuilles carpellaires primitives.

Jusqu'ici je n'ai décrit que des phénomènes de multiplication. Les cas de prolifération que j'ai observés sont au moins aussi fréquents et sont presque toujours accompagnés de chorises plus ou moins complètes ou d'avortements.

N° VII. — Voici un phénomème assez rare chez les fleurs. C'est ce que Linné a appelé *prolifération frondipare* et Engelman *ecblatèse*

(1) Moquin-Tandon : *Éléments de tératologie végétale*, p. 358. Paris, 1841.

frondipare. La fleur comprend 5 sépales normaux, une corolle de 5 pétales libres et alternes avec les pièces du calice ; 2 étamines pétaloïdes ; au-dessus, 2 nouvelles corolles de 5 pétales libres, la dernière corolle portant 2 étamines très jeunes et parfaitement constituées. Il y a alternance parfaite dans les pièces des 3 corolles. Au centre de la corolle supérieure, au lieu de trouver un ovaire biloculaire comme dans la fleur n° V, on aperçoit 3 jeunes feuilles portant chacune à leur aisselle un bourgeon floral.

Outre la multiplication des cycles et la disjonction des pétales, il y a donc prolifération frondipare, c'est-à-dire production anormale de feuilles sur l'axe floral.

N° VIII. — On trouve dans cette fleur un calice à 5 sépales et une corolle gamopétale à 6 pièces ; il n'existe pas d'étamines. Au-dessus de la corolle on remarque 16 pièces libres et insérées en spirale ; d'abord pétaloïdes à la base, elles deviennent peu à peu foliacées. La fleur se termine par un bourgeon floral. C'est là un cas de multiplication suivi de *prolifération anthogénique* (1). Godron nomme ainsi les proliférations où l'axe central, passant entre les ovaires ou se substituant à l'ovaire unique, supporte une ou plusieurs fleurs superposées de la même manière.

N° IX. — La fleur se compose d'un calice normal à 5 sépales et d'une corolle gamopétale à 6 pièces portant 2 étamines pétaloïdes. L'axe floral se prolonge au centre de la fleur, se substituant à l'ovaire. Il porte d'abord 4 sépales, puis deux cycles alternes de 6 pétales chacun, soudés à leur base dans le premier cycle, libres dans le second. Un des pétales du dernier cycle porte à sa base une étamine pétaloïde ; il n'existe aucune trace de gynécée.

Outre la prolifération anthogénique, il y a donc encore multiplication de cycles dans la fleur supérieure.

N° X. — La multiplication des pièces du gynécée est un phénomène déjà assez rare chez les fleurs non floripares. Il l'est plus encore chez les fleurs nées d'une autre fleur. Godron avait même remarqué (2) que « les prolifications floripares médianes sont toujours stériles par la métamorphose des organes reproducteurs. »

(1) Godron : *Études sur les prolifications*. Extrait des Mémoires de l'Académie Stanislas. Nancy, 1877.

(2) Godron : loc. cit., p. 68.

Cet exemple est assez curieux. On y trouve d'abord des phénomènes à peu près semblables aux précédents. La fleur comprend 5 sépales plus ou moins inégaux, une corolle (dont il ne reste que le tube flétri), puis un axe central long de un demi-millimètre environ et portant 5 sépales, 16 pièces étroites et pétaloïdes soudées en une corolle gamopétale, 2 étamines et enfin 4 ovaires biloculaires soudés au centre en une colonne surmontée de 4 styles libres.

N° XI. — La fleur comprend un calice à 6 sépales, une corolle à 8 pétales libres et 4 étamines pétaloïdes. Il y a donc multiplication des pièces et disjonction des pétales, mais ce n'est pas tout. Au centre l'axe se continue et porte 5 pièces libres et pétaloïdes au sommet et, au-dessus, 2 fleurs sessiles comprenant, l'une 4 pièces pétaloïdes soudées à leur base, l'autre 5 sépales, 5 pétales libres et alternes avec les sépales et 2 étamines : il n'y a pas de gynécée. C'est là un cas de prolifération anthogénique suivi de prolifération axillaire.

N° XII. — Certains modes de prolifération furent longtemps méconnus des botanistes et interprétés de diverses manières. Il en est ainsi pour celle qui a lieu à l'intérieur de l'ovaire. C'est Duchartre (1) qui a le premier révélé sa véritable signification morphologique chez des fleurs de *Cortusa Matthioli* L.

La fleur offre un exemple de *prolifération endocarpique* simple. Godron (2) désigne ainsi la prolifération qui a son origine dans la cavité de l'ovaire et sur le prolongement de l'axe floral. « Tantôt, dit cet auteur, l'ovaire reste clos et renferme dans sa cavité quelquefois de petites fleurs...., tantôt, modifiant plus ou moins l'enveloppe ovarienne et se faisant jour à travers, elle consiste en un ou deux groupes superposés d'expansions pétaloïdes naissant dans les mêmes conditions et prenant, par leur réunion en une seule masse, l'aspect d'une fleur très double ». Engelman désigne cette monstruosité sous le nom de *diaphyse floripare*.

Le calice et la corolle n'offrent rien de particulier ; les 2 étamines sont pétaloïdes. Au centre, on trouve à la place d'un ovaire biloculaire à placentation axile deux feuilles carpellaires

(1) Duchartre : Annales des Sciences Nat., 3e série, t. II, 1844.

(2) Godron : loc. cit., p. 3.

ouvertes (1). Aux lieu et place du placenta, il existe un axe long de 1 millimètre 1/2 environ et portant une fleur formée de 5 sépales, 4 pétales libres et d'un ovaire biloculaire construit sur le type normal mais dont les ovules sont atrophiés. L'androcée fait défaut.

N° XIII. — La fleur provient de la base de la grappe et pour cette raison est déjà fort avancée et à moitié flétrie. Elle comprend un calice normal à 5 sépales, une corolle (dont il ne reste que le tube) et 2 étamines. Au centre on voit un ovaire formé de 2 feuilles carpellaires dont l'une est restée ouverte dans sa moitié supérieure en simulant une sorte de cornet allongé (fig. 3). Au sommet ce cornet se termine par une longue dent correspondant au style (s). Du fond du cornet part un axe (A) auquel l'autre carpelle est complètement soudé; l'axe occupe évidemment la place du placenta; il supporte une fleur monstrueuse comprenant 8 sépales libres, une corolle (dont il ne reste également que le tube flétri), 2 étamines et enfin 2 ovaires biloculaires construits normalement et situés sur le même plan. Ce plan fait un angle droit avec le plan de symétrie de la fleur inférieure.

Fig. 3. — Disposition anormale des carpelles dans un ovaire de *Veronica prostrata*. (Les corolles n'ont pas été représentées).

N° XIV. — Ici encore on retrouve une prolifération endocarpique, mais un peu plus compliquée que dans l'exemple précédent.

La fleur présente une forme globuleuse toute particulière due aux nombreuses pièces pétaloïdes qu'elle renferme. On trouve d'abord 5 sépales normaux, puis au-dessus 22 pétales, tous libres et insérés suivant une spirale; à l'aisselle de l'un d'eux, on voit un bourgeon floral; trois autres portent à leur base un organe aplati en cornet semblable à ceux décrits dans la fleur N° III. Au-dessus de la spirale des pétales l'axe se prolonge et porte 2 feuilles carpellaires ouvertes et opposées. L'accroissement intercalaire s'est donc fait

(1) Dans certains cas, chez le *Cardamine pratensis* L. par exemple, les 2 valves de l'ovaire sont semblables par la forme et la couleur à 2 sépales normaux ce qui leur a valu le nom de *sépales carpellaires*. (Godron : *Description d'une monstruosité observée sur la fleur de plusieurs Crucifères*. Mém. de la Société des Sciences, Lettres et Arts de Nancy, 1845, p. 39).

sentir au-dessous du niveau des carpelles. Au-dessus de ces feuilles carpellaires, l'axe porte 2 verticilles de 10 pièces pétaloïdes de formes variables, très inégales et soudées à leur base ; il n'existe pas d'étamines. La fleur se termine par un ovaire biloculaire, dont un des côtés porte, vers la nervure médiane, un organe aplati et pétaloïde.

Le premier cycle de 10 pièces qui fait suite aux carpelles ouverts peut à la rigueur être considéré comme un calice pétaloïde dédoublé latéralement.

N° XV. — La prolifération endocarpique y est beaucoup plus nette encore. Comme précédemment on trouve un calice à 5 sépales (s, fig. 4, à gauche), une corolle (p) dont il ne reste que le tube flétri, 2 étamines et enfin 2 feuilles carpellaires ouvertes (c, fig. 4 et 5),

Fig. 4 à 6. — Prolifération endocarpique du *Veronica prostrata*. — Pour plus de simplicité dans le dessin, la partie qui se trouve au-dessus du trait pointillé x y (fig. 4) a été figurée dans le même plan. Le plan des ovaires supérieurs est perpendiculaire à celui de la fleur inférieure.

situées sur le plan floral et portant au centre un axe (A) long d'environ 2 millimètres 1/2. A 1 milllimètre de sa base, l'axe porte à droite et à gauche, du côté tourné vers les feuilles carpellaires, de petites protubérances serrées les unes contre les autres et qui ne sont autre chose que des ovules rudimentaires (o, fig. 4). Ces ovules sont portés sur de minces funicules contenant chacun un faisceau libéroligneux très grêle.

La présence de ces ovules sur un axe libre fournirait certainement matière à bien des discussions, car elle semble être en contradiction formelle avec la théorie appendiculaire. Il serait intéressant de suivre le développement d'une pareille fleur et de voir si l'axe ne s'élève pas du centre de l'ovaire par une brusque croissance

intercalaire *après* l'apparition des ovules, tandis que les feuilles carpellaires se séparent par une scission *postérieure* à cette apparition. Et d'ailleurs, de ce que certaines fleurs sont floripares, s'en suit-il que ces feuilles aient la valeur d'un axe ? Évidemment non. Ceci ne prouve qu'une chose, c'est que, sous des influences qui nous échappent encore pour la plupart, une région quelconque de la plante peut proliférer et reproduire soit une nouvelle plante semblable, soit une partie seulement.

L'axe (A, fig. 4) porte au sommet une fleur comprenant 5 sépales normaux (s′), 10 pétales (p) soudés à leur base, 2 étamines fertiles et, enfin, sur le plan floral, 2 ovaires biloculaires normalement construits. Le plan de la fleur supérieure est perpendiculaire à celui de la fleur inférieure (fig. 5 et 6).

Je remarque ici que pour interpréter la structure de la fleur

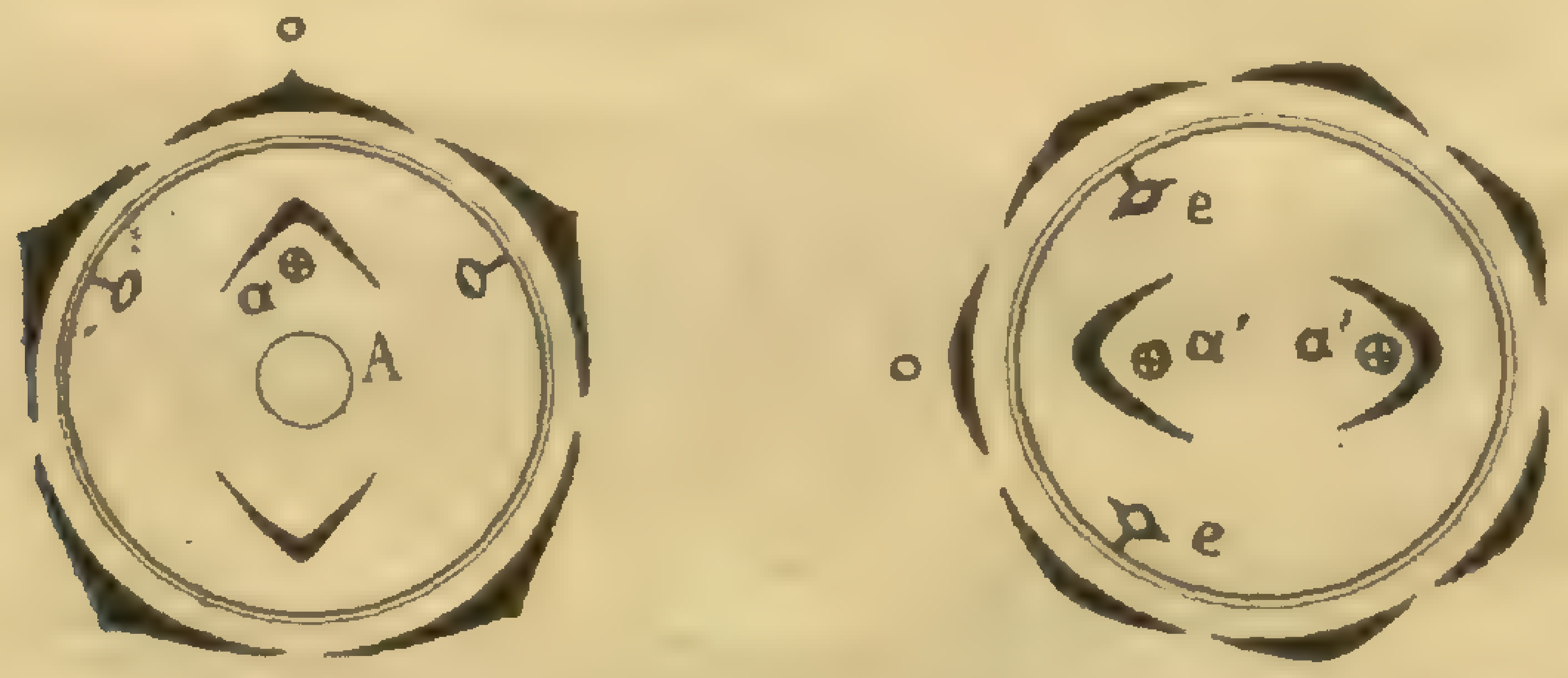


Fig. 7 et 8. — Prolifération endocarpique et médiane du *Veronica prostrata*

supérieure, on ne peut invoquer le dédoublement latéral de toutes les pièces puisque les 2 ovaires sont situés sur le même plan. D'un autre côté, on ne peut admettre un dédoublement radial puisque, d'une part, les 10 pièces de la corolle sont soudées en une corolle unique, et que, d'autre part, les feuilles carpellaires doivent toujours tourner leur face ventrale vers le centre de l'ovaire, ce qui ne peut avoir lieu ici, étant donné leur situation. Reste la soudure congénitale de deux fleurs, ce qui me paraît une explication peu satisfaisante, puisque le calice ne comprend que 5 pièces et l'androcée 2 étamines.

N° XVI. — La fleur comprend un calice normal, une corolle (déjà flétrie et dont il ne reste que le tube) et deux étamines ; les 2 feuilles carpellaires sont largement ouvertes (fig. 7, à gauche). A l'aisselle de l'une d'elles on trouve une fleur très rudimentaire (α) réduite à 4 lames pétaloïdes et inégales. Au centre, l'axe A de la fleur se

prolonge et se termine par une fleur (fig. 8, à droite) formée de 7 sépales libres, 7 pétales soudés en une corolle gamopétale, 2 étamines pétaloïdes (ε) et enfin 2 carpelles ouverts et situés sur un plan perpendiculaire à celui des carpelles inférieurs. A l'aisselle de chacun d'eux, on trouve un petit bourgeon floral (α').

C'est donc là un cas de prolifération endocarpique axillaire et médiane réunies sur la même fleur.

N° XVII. — Dans cet exemple, nous trouvons des phénomènes un peu différents de ceux étudiés précédemment.

La fleur inférieure comporte 5 sépales, 6 pétales soudés à leur base et 2 étamines pétaloïdes ; il n'existe pas de carpelles, mais un axe au centre de la fleur. Celui-ci supporte une deuxième fleur A (fig. 9, à gauche) qui comprend 5 sépales, 5 pétales libres, 2 étamines pétaloïdes et 2 feuilles carpellaires ouvertes. Au centre de

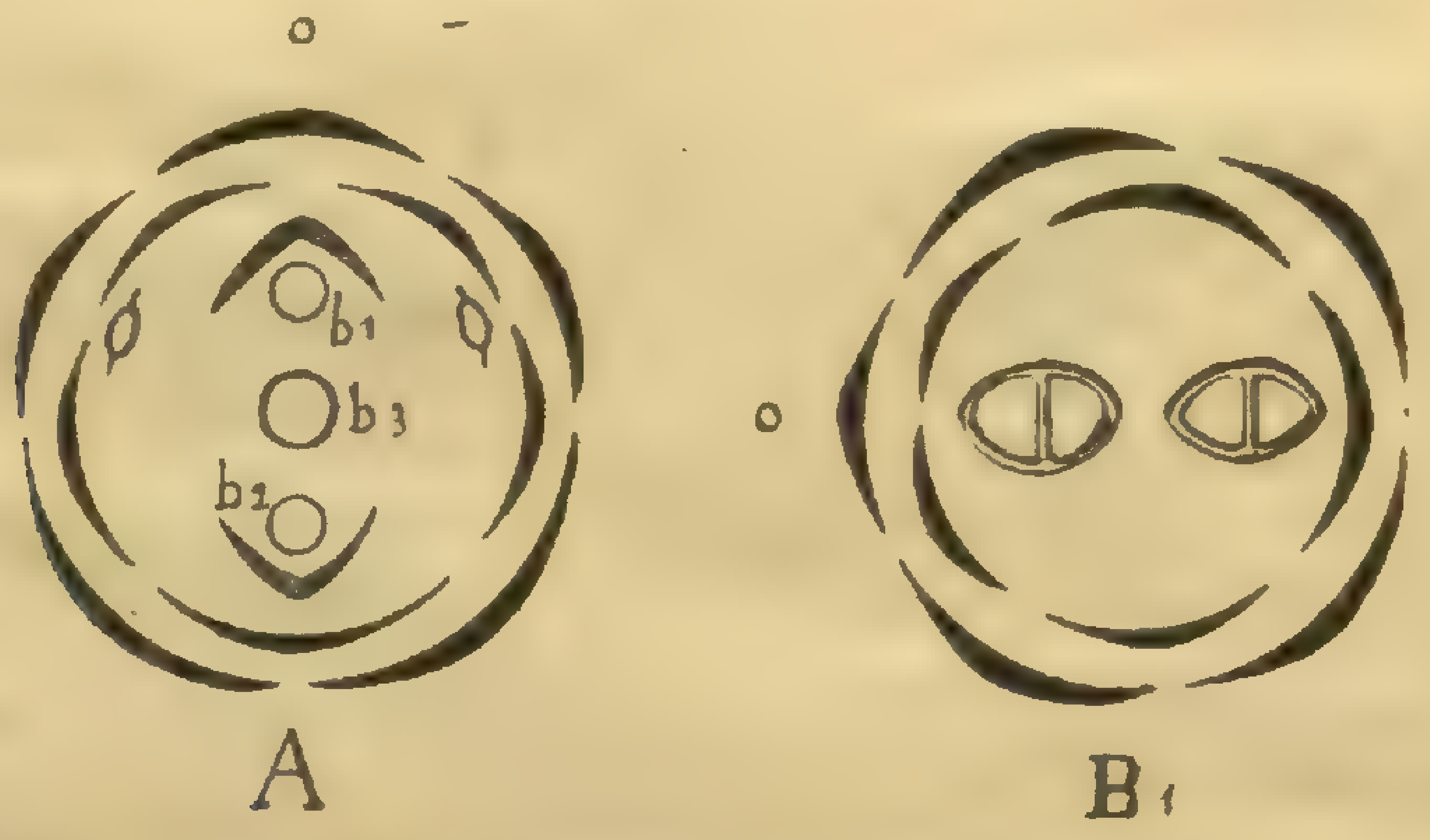


Fig. 9 et 10.— Prolifération anthogénique et prolifération endocarpique médiane et axillaire du *Veronica prostrata*.

cette fleur A se trouve un bourgeon floral β_3. A l'aisselle de chacun des carpelles ouverts on remarque un axe (β_1 et β_2) terminé par une fleur.

La fleur B_1 supportée par l'axe β (fig. 10, à droite) ne comprend que 5 sépales, 5 pétales libres et 2 ovaires biloculaires situés sur le même plan. Les plans de la fleur inférieure et des fleurs A et B_1 coïncident entre eux. (La fleur β_2 ayant été mutilée, je n'ai pu l'étudier suffisamment).

En somme on peut observer dans cette fleur monstrueuse d'abord une prolifération anthogénique donnant naissance à la fleur A, puis une prolifération endocarpique médiane et axillaire à la fois.

N° XVIII. — Cette fleur présente une complication remarquable.

La fleur inférieure est normale sauf dans son gynécée (fig. 11, à gauche) ; ses deux carpelles sont largement ouverts et portent chacun à leur aisselle un axe florifère A et B. C'est donc une prolifération endocarpique axillaire.

La fleur A supporte 2 fleurs A_1 et A_2 dont les plans coïncident entre eux et avec celui de la fleur inférieure (fig. 12).

La fleur A_1 se compose de 5 sépales libres, 5 sépales sépaloïdes et soudés à leur base, 2 étamines pétaloïdes et enfin 2 carpelles

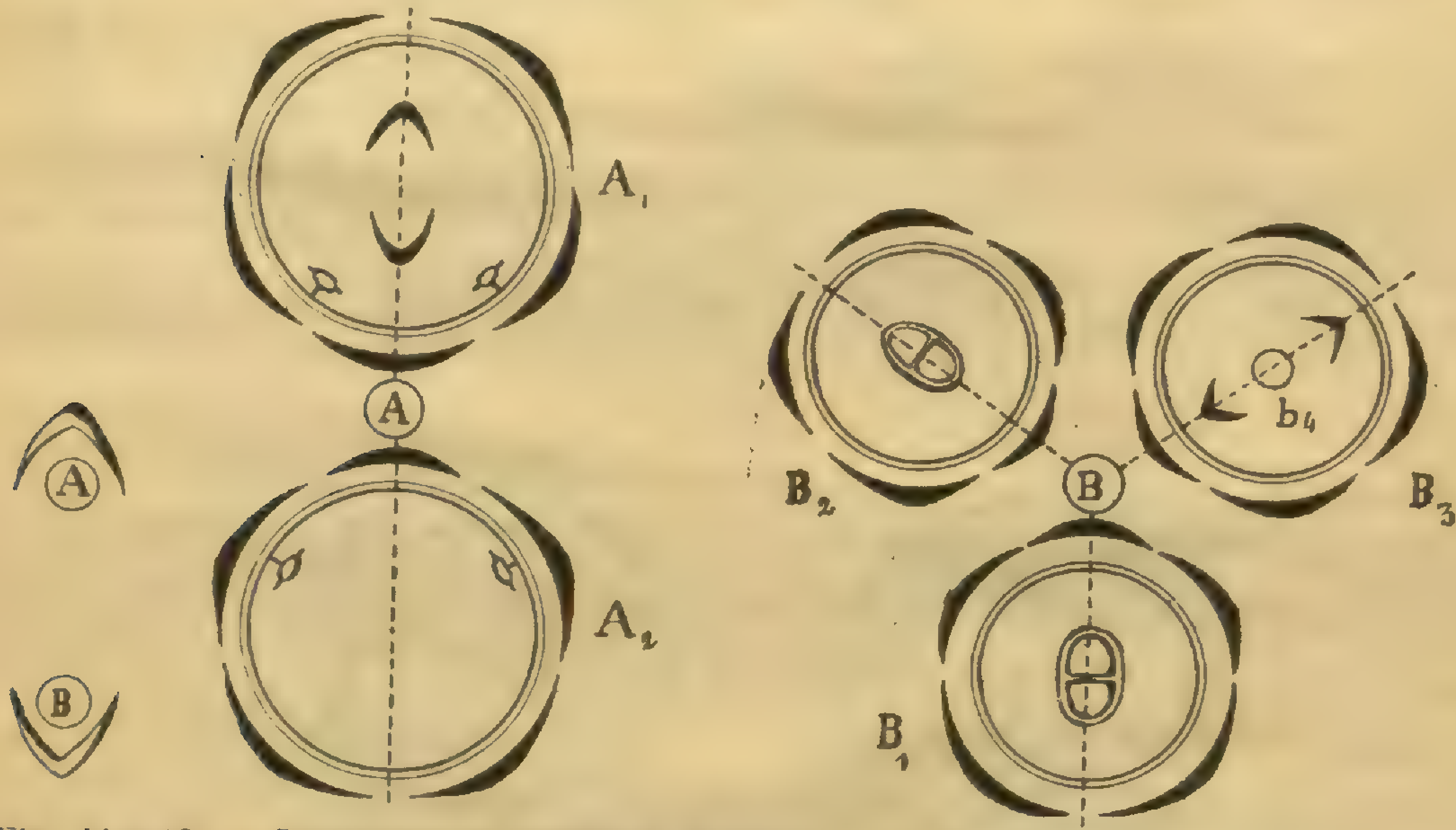


Fig. 11 à 13. — Prolifération médiane endocarpique et prolifération endocarpique axillaire superposée du *Veronica prostrata*.

ouverts. Outre la chorise incomplète qui affecte un des pétales, il y a de plus métamorphose régressive de la corolle et de l'androcée et disjonction du gynécée.

La fleur A_2 est la reproduction de la fleur A_1 avec cette différence toutefois qu'il n'existe aucun rudiment d'ovaire.

L'axe B supporte 3 fleurs : B_1, B_2, B_3, dont les plans divergent de 120° environ (fig. 13, à droite).

La fleur B_1 comporte un calice à 5 sépales, une corolle gamopétale à 5 pièces et un ovaire biloculaire. Il n'y a pas d'androcée.

La fleur B_2 est construite sur le même type que la précédente ; l'ovaire est stérile et terminé par un style aplati et pétaloïde.

Enfin la fleur B_3 comprend 5 sépales, 5 pétales sépaloïdes soudés en tube à leur base, pas d'étamines et 2 feuilles carpellaires ouvertes avec, au centre, un bourgeon floral β_4.

C'est un cas de prolifération médiane endocarpique superposé à une prolifération endocarpique axillaire.

Il est probable que parmi les fleurs que j'ai conservées, on trouverait encore de nouveaux cas tératologiques. Ceux décrits ci-dessus suffisent pour montrer que chez le *Veronica prostrata* la multiplication latérale et le dédoublement radial portent surtout sur la corolle ; les étamines, dans ce cas, tendent à disparaître ou à se métamorphoser en pétales. Bien que toutes les pièces de la fleur puissent porter un axe à leur aisselle (on a vu un jeune bourgeon à l'aisselle d'un pétale dans la fleur N° XIV), la prolifération axillaire y est surtout endocarpique. De plus, une même fleur peut présenter plusieurs modes de prolifération, réunis dans le même ovaire ou superposés. Enfin, j'ai rencontré deux faits assez rares : la multiplication des pièces du gynécée et surtout la multiplication des cycles avec alternance des pièces.

Des phénomènes tératologiques aussi variés et répandus sur un aussi grand nombre de fleurs sur un même pied, et cela chez une plante sauvage, sont, avec la limitation étroite de la station, des faits dignes de remarque.

Je me propose, l'an prochain, de surveiller attentivement cette station et, si c'est possible, de compléter l'étude anatomique de quelques monstruosités par l'étude de leur développement.

(Travail fait au Laboratoire de Matière médicale de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Nancy).

INFLUENCE DES MICROBES DU SOL SUR LA VÉGÉTATION

par M. Edmond GAIN.

Depuis qu'on a soupçonné l'importance du puissant travail microbien dont le sol est le siège, les déductions pratiques tirées de cette notion scientifique ont été nombreuses.

Les microbes actifs de la terre arable nous sont pourtant encore bien mal connus. Comme le disait déjà M. Duclaux en 1893 (1) le moment est venu de discipliner les auxiliaires microbiens de nos sols cultivés. « Il serait temps de ne plus les laisser abandonnés aux hasards des éléments, aux périls ou aux avantages de leurs concurrences mutuelles ».

Dans l'intérêt des praticiens, peut-être eût-il mieux valu commencer par l'étude approfondie de la biologie des microbes qui, directement ou indirectement, peuvent influencer utilement la végétation. On aurait moins risqué de décourager les agriculteurs dans leurs premiers essais d'application, qui souvent restent infructueux pour des raisons multiples.

La connaissance du rôle spécial des nombreuses formes qui constituent les flores bactériennes des terres, amènera certainement à brève échéance, une évolution importante dans la pratique agricole. Pour le prouver, il suffit de rappeler les essais de début. En se basant sur les travaux classiques relatifs à la biologie des ferments nitreux et nitriques, on est arrivé à amender les sols et à réaliser des conditions de développement optimum pour ces microbes. Il y a seulement quelques années qu'on connaît le rôle des tubercules à bactéroïdes des légumineuses.

Depuis deux ans déjà les inoculations des sols à l'aide de cultures pures de bactéroïdes spécifiques sont entrées dans la pratique agricole avec le produit appelé *nitragine*. Ce n'est pas ici le lieu de faire l'historique des résultats acquis. Disons seulement

(1) Duclaux : *Le rôle agricole des microbes*. Leçon d'ouverture du cours de chimie biologique, 1893.

qu'il est certain que la « nitragine » s'est montrée un produit actif et utile à la végétation dans des cas bien définis. De même les essais ont naturellement été infructueux quand le milieu était physiquement impropre au développement des organismes inférieurs actifs, ou bien encore quand l'ensemencement microbien n'était pas effectif par suite de la préexistence des microbes dans le sol avant l'inoculation.

D'autre part, il faut remarquer que la propriété de fixer l'azote gazeux ou celle de produire quelques décompositions de substances définies ne sont pas des fonctions essentielles des microbes doués de ces propriétés. On sait que les bactéries qui produisent ces toxines (1) doivent se trouver dans des conditions très spéciales pour produire une quantité maximum ou même importante de toxines. De même les inoculations des sols ne seront sans doute très efficaces, au point de vue de la fixation de l'azote gazeux ou des décompositions utiles que peuvent produire les bactéries, que lorsque nous connaîtrons bien et saurons réaliser les conditions particulières de la mise en œuvre maximum de ces fonctions spéciales.

On voit que l'idée d'étudier les flores bactériennes des sols pouvait promettre de beaux résultats. En dehors de la fixation de l'azote libre, il y a en effet à élucider quelles sont les réactions de grande utilité qui se produisent par l'intervention de microbes spéciaux pour rendre immédiatement assimilables certaines substances azotées ou autres.

Les récentes expériences de Caron et de J. Stoklasa sur ces questions donnent des résultats encourageants (2).

Les observations et les expériences bactériologiques de Caron prouvèrent que chaque plante cultivée influence beaucoup, qualitativement et quantitativement, le développement des espèces microbiennes du sol. Si bien que la flore bactérienne d'un sol diffère suivant la plante cultivée. De là à essayer de favoriser cette sorte d'association entre les deux il n'y avait qu'un pas.

Il est intéressant de noter que l'étude des actions biologiques réciproques, de cette nature, peut ainsi s'étendre non seulement à

(1) Martin : *Ann. Inst. Past.*, 1898.

(2) *Chemiker Zeitung*, 1898, N° 20. — *Annales agronomiques*, 1888, t. XXIV, N° 4, p. 171.

toutes nos plantes cultivées mais encore aux conditions de développement des plantes spontanées. La géographie botanique pourra ainsi trouver peut-être la clef de questions non résolues relatives au déplacement ou à la disparition d'espèces herbacées locales.

Au point de vue pratique cette découverte a conduit à essayer l'ensemencement des sols avec des espèces bactériennes utiles, recueillies et élevées en cultures pures.

Un produit de ce genre, basé sur les expériences de J. Stoklasa, est depuis quelques mois connu sous le nom d'*alinite* et recommandé aux praticiens.

Alinite. — Le microbe actif de ce produit serait le *Bacillus Ellenbachensis* α, reconnu identique au *Bacillus Megatherium* de Bary. Les expériences faites par Stoklasa, O. Laxa, Fr. Duchacek, ont permis de mesurer les quantités d'azote libre fixées par ce microbe. Celui-ci possède en outre le pouvoir de solubiliser l'azote des matières organiques. Cultivé sur fibrine et nucléine il a solubilisé en 76 jours 22 p. 100 de l'azote total, avec production de composés amidés acides de la série grasse. On sait aussi que les pentoses constituent un des aliments les plus favorables à son développement (1).

L'emploi des cultures de ce bacille est des plus simples. On prend une faible quantité, soit 15 à 30 milligrammes, de la poudre jaunâtre sèche et conservée à l'obscurité où se trouvent les spores du bacille. On la verse dans 30 à 100 cm^c d'eau et on agite le flacon. Celui-ci laissé ouvert pendant 24 heures est agité plusieurs fois afin de favoriser la dissémination des bactéries. L'alinite dont nous avons disposé et qui nous était fourni pour l'expérimenter provenait de la maison d'origine, qui, seule, livre jusqu'ici ces cultures de bactéries pour la pratique agricole. Nous avons vérifié le fait que l'alinite possédait encore son activité en constatant qu'elle produisait une multiplication très abondante et rapide du nombre des bactéries dans l'eau ensemencée.

La délicatesse des actions physiques ou biologiques qui se poursuivent dans la terre arable doit nous mettre en garde contre les généralisations trop hâtives. Cependant nous pensons qu'il est utile, par des expériences nombreuses, de fixer ce qu'on peut

(1) Stoklasa : *Nouvelles recherches biologiques sur le bacille de l'alinite.* Annales agronomiques 1898, t. XXIV, n° 25, p. 253.

attendre de l'emploi de l'alinite dans l'état actuel des connaissances relatives aux microbes du sol.

Notre but a été : 1° d'expérimenter si l'application de l'alinite dans le sol produit une influence marquée sur la capacité de croissance en poids d'une plante donnée, placée dans certaines conditions et de mesurer cette influence ; 2° d'expérimenter dans les conditions ordinaires de culture afin de constater si l'influence de l'alinite existe encore pratiquement.

Nos expériences, trop peu nombreuses pour qu'on puisse sans doute décider définitivement, seront néanmoins une contribution à la résolution d'une question qui en ce moment même est à l'étude dans bien des stations expérimentales.

I. — Cultures en pots sur sol de jardin.

Nous avons choisi pour nos expériences le Lin, plante dont nous avons déjà suivi le développement détaillé au cours d'un précédent travail et que nous reconnaissons comme très propice aux études précises relatives à l'accroissement en poids.

La végétation du Lin est régulière, et les pieds sont très comparables.

A cause de la petitesse des graines on ne peut penser calculer le poids exact de chacune d'elles. Pour éviter l'erreur possible qui proviendrait des différences de poids des graines initiales, voici comment l'on a opéré.

Dans un paquet de graines de lin, on a choisi à la main de belles graines aussi semblables que possible. Puis dans ces graines triées on a puisé six lots de 30 graines pesant le même poids total à deux milligrammes près. Six pots remplis d'un même poids de terre fine de jardin ont été préparés en deux séries de trois.

Chaque pot a reçu trente graines placées à la main.

Dans une première série, n^os 1, 2, 3, on a versé sur les graines en place quelques centimètres cubes d'une solution renfermant 20 milligrammes d'alinite pour 30 centimètres cubes d'eau et les graines ont été recouvertes avec un peu de terre fine.

Les pots de la deuxième série, n^os 4, 5, 6, n'ont pas reçu d'alinite.

Après quelques jours la levée étant faite, on a éliminé les

plantes dont la taille était plus grande que la moyenne, c'est-à-dire deux ou trois par pot. On a enlevé également les plus petites, de façon à maintenir dans chaque pot 15 plantes bien venues, de taille comparable, dans les six pots. Cette sélection étant faite le plus tôt possible, on a des cultures très comparables; la cause d'erreur pouvant provenir d'inégalités individuelles est considérablement atténuée, et l'expérience est beaucoup plus rigoureuse. On a enlevé avec soin les petites germinations adventices qui se produisaient accidentellement pendant la végétation (graines d'orties, de mouron). Les deux séries de pots étaient placées sur une plate-forme en pierre au milieu d'un jardin et à deux mètres de distance. Les conditions d'éclairement et d'exposition étaient semblables et l'on a arrosé également tous les pots. La végétation a été très similaire dans les six cas, ainsi qu'on a pu le constater par la taille, et par la floraison qui a débuté sensiblement en même temps.

Dès ce moment, on pouvait constater qu'il existait deux ou trois pieds par pots qui avaient du retard et dont la floraison vint seulement quelque temps après et ne fut suivie que d'une fructification imparfaite et vite arrêtée.

Le même phénomène s'est produit dans les deux séries, de sorte qu'on peut rapporter les résultats définitifs soit à 15 plantes par culture, soit au nombre vrai de plantes adultes bien fructifiées et plus développées.

Quand les capsules ont été bien jaunies dans toutes les cultures, on a arraché tous les pieds avec soin de façon à éviter les pertes de feuilles desséchées. On sait que le Lin fournit encore des fleurs alors que les premières capsules sont depuis longtemps très mûres. Au moment de la récolte il y a donc eu des fleurs arrêtées dans leur évolution. Cette cause d'erreur inévitable est peu importante pour la comparaison des résultats, puisque tous les lots sont dans le même cas. Elle explique cependant les inégalités de développement des fruits sur chaque pied et par suite ses différences de rendement qui peuvent se produire d'un lot à l'autre. Il n'y aurait pas avantage à faire la récolte successive des plantes ayant terminé leur évolution. En effet, il existe des différences assez sensibles dans la vitesse de développement de quelques pieds. Les retardataires se trouveraient donc sans concur-

rence sur un sol remué et libéré des pieds plus avancés dans leur développement. On introduirait ainsi des différences dans les conditions de nutrition des diverses plantes au moins pendant une partie de la végétation. Il en résulterait sans doute des erreurs plus grandes que celles qu'on voudrait éviter.

Les plantes ont été laissées sur une table au sec, pour se dessécher lentement à l'air.

Après deux mois, alors que les plantes étaient semblables au point de vue de la dessiccation, on a fait les pesées.

Le tableau 1 donne les chiffres obtenus.

La différence des résultats obtenus est, comme on le voit, très favorable à la conclusion que l'alinite a exercé une action spéciale sur les sols et les plantes de la première série (Nos 1, 2, 3).

Les résultats sont positifs : la végétation a été favorisée dans de grandes proportions dans les trois cultures qui ont reçu de l'alinite.

Pour mesurer les différences obtenues, on peut calculer le poids moyen des plantes, soit en comptant les 15 plantes de chaque sorte comme équivalentes, soit en s'en tenant seulement aux plantes fertiles.

On obtient les chiffres du tableau 2.

Il est donc hors de doute que presque toutes les plantes de la première série ont trouvé des conditions de nutrition beaucoup plus favorables que celles de la deuxième série.

D'autre part, les conditions de cultures ont été réalisées aussi comparables que possible pour toutes, sauf l'addition d'alinite dans les pots de la première série ; il semble donc qu'on puisse imputer à l'action de l'alinite les excédents obtenus dans les récoltes de la première série.

Il est certain que dans les conditions de culture en grand, l'expérience serait moins démonstrative. Il y a en effet des causes d'erreur qui peuvent alors ôter aux expériences la précision qui peut ressortir des expériences de moindre étendue.

Quand on examine les résultats dans l'expérience ci-dessus, on voit, d'ailleurs, que si l'alinite est active, son action devait se manifester avec une grande intensité.

Le sol, en effet, était une terre de jardin suffisamment riche en

TABLEAU 1

Nos	NOMBRE DES PLANTES		POIDS TOTAL DES PLANTES		POIDS DES TIGES ET RACINES			POIDS DES FRUITS ET GRAINES	POIDS DES GRAINES MONDÉES
	FERTILES	STÉRILES	Fertiles et stériles	Fertiles	Fertiles	Stériles	TOTAL		
1re SÉRIE. — PLANTES AYANT REÇU DE L'ALINITE									
1	12	3	15 gr. 500	13.920	11.380	1.580	12.960	2.540	1.212
2	11	4	15 gr. 010	13.060	10.550	1.950	12.500	2.510	0.955
3	12	3	17 gr. 500	16.050	12.490	1.460	13.950	3.560	1.860
Totaux	10	35	48 gr. 020	43.030	34.420	4.990	39.410	8.610	4.027
2me SÉRIE. — PLANTES N'AYANT PAS REÇU D'ALINITE									
1	14	1	14 gr. 695	14.350	11.445	0.350	11.795	2.900	1.370
2	12	3	11 gr. 600	10.480	8.860	1.120	9.980	1.620	0.650
3	12	3	11 gr. 700	10.500	8.950	1.200	10.150	1.550	04 40
Totaux	38	7	37 gr. 995	35.330	29.255	2 670	31.925	6.070	2.460

matières organiques utiles au développement des bactéries. Le nombre des pieds par pots était assez grand relativement pour que les plantes se trouvent un peu à l'étroit et ne puissent atteindre

TABLEAU 2

SÉRIE	Nos	POIDS MOYEN POUR CHACUNE DES 15 PLANTES				POIDS MOYEN POUR CHACUNE DES PLANTES FERTILES			
		PLANTE ENTIÈRE	TIGES ET RACINES	FRUITS ET GRAINES	GRAINES	PLANTE ENTIÈRE	TIGES ET RACINES	FRUITS ET GRAINES	GRAINES
I.	1	1.033	0.864	0.169	0.080	1.160	0.948	0.212	0.101
	2	1.000	0.833	0.167	0.063	1.187	0.958	0.229	0.086
	3	1.166	0.930	0.237	0.124	1.337	1.040	0.297	0.155
	Moyenne..	1.066	0.875	0.191	0.089	1.228	0.982	0.245	0.114
II.	4	0.978	0.786	0.192	0.091	1.025	0.810	0.207	0.097
	5	0.773	0.665	0.108	0.043	0.873	0.738	0.135	0.054
	6	0.780	0.676	0.104	0.029	0.875	0.745	0.129	0.036
	Moyenne..	0.843	0.709	0.134	0.054	0.924	0.767	0.157	0.062
Excédents en faveur de chaque plante de la 1re série........		0.223	0.166	0.057	0.035	0.304	0.215	0.088	0.052
Porportion centésimale des excédents.....		26,4 %	23,4 %	42,5 %	64,8 %	32,9 %	28 %	56 %	83,8 %

que le tiers ou le quart de leur poids habituel. Quand ce fait se produit, il est hors de doute qu'un apport nutritif donné, représente par rapport à la plante un bien-être relatif plus important. Les conditions de température et d'humidité ont été en outre très favorables au développement des organiques microbiens des sols.

Il semble donc légitime de conclure à l'action effective de l'alinite, dans les conditions de l'expérience, et par conséquent à l'utilité de poursuivre des recherches sur les effets possibles qui peuvent résulter de l'application pratique des cultures microbiennes aux sols cultivés.

Les expériences suivantes faites dans les conditions ordinaires sont d'ailleurs concordantes avec les résultats précédents ainsi qu'on va en juger.

II. — **Cultures ordinaires sur sol de jardin.**

Les expériences ont porté sur le Sarrasin et le Lin.

Elles ont été pratiquées dans deux localités très éloignées, afin d'éviter les causes d'erreur pouvant résulter d'influences locales de sol ou de climat.

L'un des essais a été installé près de Nancy, dans le champ d'expériences de la Faculté des Sciences. Il a porté sur le Sarrasin.

L'autre essai comprend des cultures comparatives de Lin, installées à Fontainebleau, au Laboratoire de Biologie végétale de l'Université de Paris.

Voici les conditions et les résultats des expériences :

Culture de Sarrasin

(Sur 20^{m2}, de sol de jardin). Semis le 18 mai.

On a semé en lignes espacées de 50 centimètres, 150 grammes de graines qui avaient été humectées avec un peu d'eau contenant 50 milligrammes d'alinite, puis séchées à l'air.

Dans le voisinage presque immédiat, afin d'avoir un sol très comparable, on a semé le même poids de graines humectées simplement avec de l'eau sans alinite, puis séchées.

La récolte était bien venue dans les deux cas. A maturité on a coupé les tiges à la base et l'on a pesé les tiges après dessiccation à l'air. Les tiges qui avaient, il est vrai, perdu beaucoup de feuilles

portaient des graines de maturité comparable. On a trouvé à la pesée :

	SÉRIE I CUTLURE AVEC ALINITE	SÉRIE II CULTURE SANS ALINITE	EXCÉDENT EN FAVEUR DE LA SÉRIE I	
			TOTAL	°/₀
Poids des plantes coupées	6 kilogr. 250	5 kilogr. 580	0 k. 670	12 °/₀
Poids des graines. . . .	0 kilogr. 925	0 kilogr. 860	0 k. 065	7,5 °/₀

Ainsi la végétation a donné, dans le sol qui a reçu l'alinite, un excédent de poids de 12 °/₀, et une récolte de graine également plus élevée de 7,5 °/₀.

Culture de Lin

(Sur 10^{m2}, de sol silico-calcaire de Fontainebleau (1).

Semis le 20 mai dans deux carrés de 5 mètres.

On a semé en lignes espacées de 15 centimètres 50 grammes de graines par carré.

Avant de refermer les sillons on a placé, à la main, sur les graines de l'un des carrés, de la terre fine tamisée qui avait été arrosée et imbibée d'eau contenant de l'alinite (25 milligrammes d'alinite pour 30 centimètres cubes d'eau).

La levée a été régulière dans toutes les lignes et les résultats obtenus à la récolte ont été les suivants :

	Poids total des plantes	Poids des graines récoltées
Sol avec alinite.	$1^{k}650$	$0^{k}295$
Sol sans alinite.	$1^{k}480$	$0^{k}270$
Excédent en faveur du sol inoculé. . . .	$0^{k}170$	$0^{k}025$
Proportion centésimale de l'excédent . .	11.4 °/₀	9.3 °/₀

(1) Cette expérience a été faite au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

On voit que le sol qui a reçu l'alinite a porté une végétation plus développée. La différence est du même ordre que pour le Sarrasin.

CONCLUSION. — *Toutes les expériences précédentes semblent indiquer que l'apport d'alinite exerce une action utile qui se manifeste par un plus grand développement végétal des plantes, et par une récolte de graines plus abondante.*

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 *(Suite)*.

II. — ANGIOSPERMES

I. Tissus

Certains auteurs, de Bary, Pokorny, admettent que les poches sécrétrices des Myoporacées se forment par voie *lysigène*, c'est-à-dire dans un nodule sécréteur dont les éléments résorbent leurs membranes en procédant du centre vers la périphérie ; d'autres, M. Van Tieghem et M[lle] Leblois, soutiennent que les poches débutent par un idioblaste qui donne, par divisions successives, naissance au tissu sécréteur ; il n'y a pas de destruction, mais simple écartement de cellules, le processus est *schizogène* ; de plus M[lle] Leblois indique que l'huile apparaît dans les cellules épithéliales mêmes et filtre à travers leurs membranes dans la cavité centrale. J. Briquet (1) a repris l'étude de ces poches sécrétrices et admet avec M. Van Tieghem qu'elles se constituent suivant le mode schizogène, mais pour cet auteur l'huile se forme dans les membranes en voie de gélification, et le noyau qui vient se placer à ce moment contre la membrane ne serait pas étranger à cette gélification ; celle-ci détermine donc un agrandissement de la poche par voie lyzigène ; les poches des Myoporacées appartiennent donc à la catégorie appelée par Tschirch schizo-lysigène.

W. Sieck (2) avait, avant la précédente communication, consacré à ces poches schizo-lysigènes un mémoire où il étudie leur distribution, leur mode de formation et le lieu de la sécrétion chez les Térébenthacées, les Diptérocarpées et les Hamamélidacées ; il y signale pour ces poches les caractères que J. Briquet a retrouvés chez celles des Myoporacées ; même mode de développement schizogène, même sécrétion dans l'épaisseur de la membrane qui se gélifie.

G. Lutz (3) a de son côté étudié les poches sécrétrices des Myrtacées. Leur forme est ordinairement sphérique ou ellipsoïdale ; elles prennent

(1) John Briquet : *Sur les poches sécrétrices schizo-lysigènes des Myoporacées* (C. R. Acad. des Sc., CXXIII, 1896, p. 515).

(2) Willy Sieck : *Die schizolysigenen Secretbehälter* (Jahrb. f. w. Bot., XXVII, 1895, p. 197-243. Pl. VI-IX).

(3) G. Lutz : *Ueber die oblito-schizogenen Secretbehälter der Myrtaceen*. (Bot. Centralbl. LXIV, 1895, p. 145. 2 pl.).

naissance de bonne heure aux dépens de une ou deux cellules épidermiques ; celles-ci se distinguent des voisines par leur contenu granuleux et leur forme plus régulière ; elles se divisent et les cellules qui dérivent de cette division s'écartent les unes des autres en constituant un espace intercellulaire ; l'origine de ces poches est donc nettement schizogène ; les cellules qui bordent le méat ne contiennent pas trace de sécrétion ; elles constituent la couche dite résinogène qui est formée par une substance mucilagineuse contenant des granulations insolubles dans l'alcool, et s'oblitèrent assez vite après la formation de cette couche ; c'est cette oblitération qui leur a valu de la part de Tschirch la dénomination de poches sécrétrices oblito-schizogènes.

Comme ces poches sécrétrices se forment ici de très bonne heure, qu'elles sont déjà différenciées dans le bourgeon, l'auteur pense que le produit de sécrétion n'est pas une simple substance de rejet, mais qu'elle a un rôle utile dans le développement de la plante.

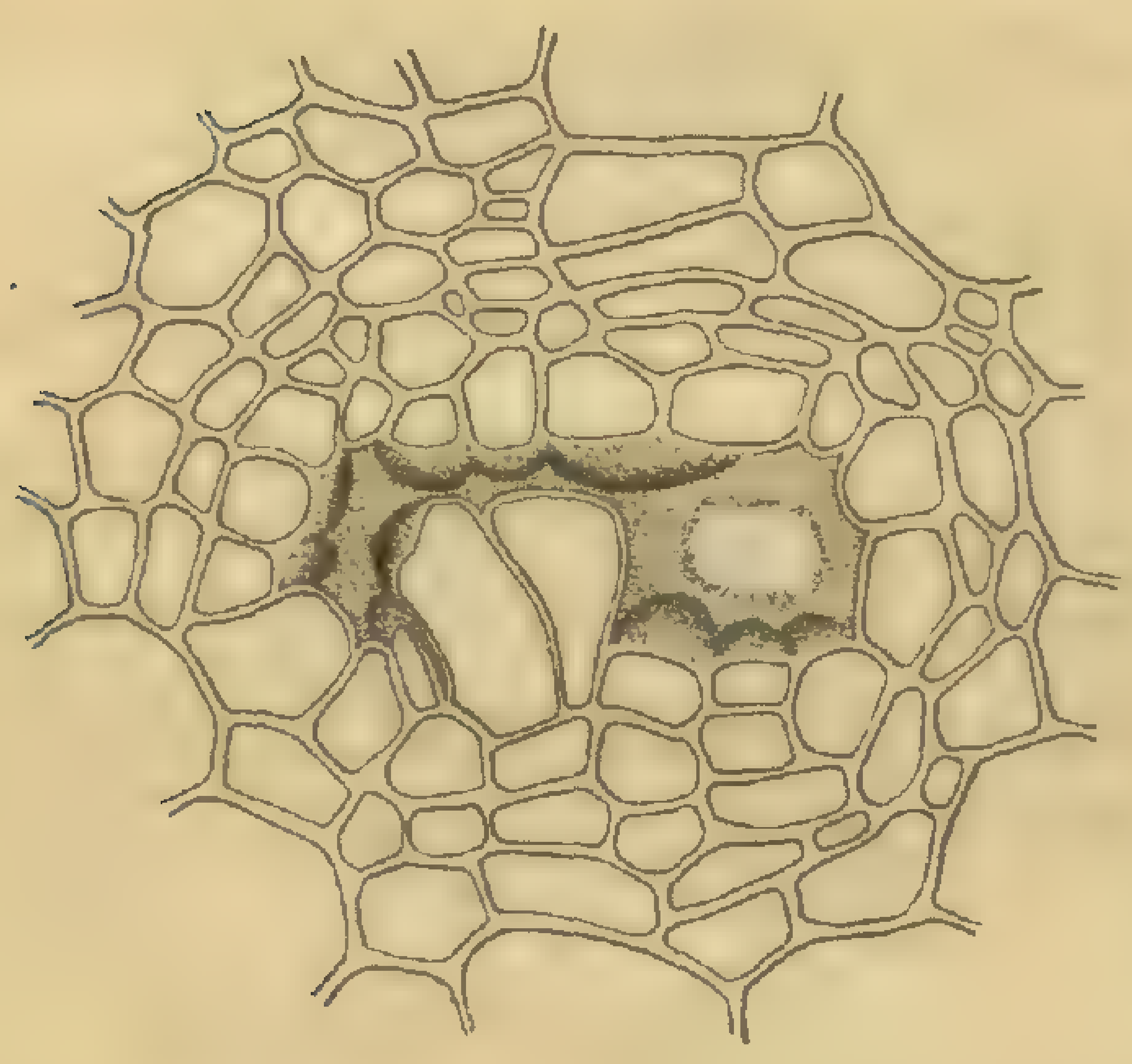


Fig. 14. — Poche sécrétrice d'*Anacardium occidentale*, avec les parois des cellules sécrétrices plus ou moins gélifiées (D'après Sieck).

Nous ne suivrons pas O. Chimani (1) dans tous les détails anatomiques qu'il nous fournit sur la disposition des laticifères dans les plantes produisant des caoutchoucs ; ces laticifères sont toujours très ramifiés, mais ne s'anastomosent jamais ; ils sont souvent segmentés et se dirigent alors toujours dans la même direction, les extrémités restant les unes contre les autres ; on rencontre souvent dans ces laticifères une oblitération partielle due à la turgescence des tissus environnants et dans un cas (*Urceola elastica*) à la présence de cellules pierreuses ; cette oblitération est particulièrement nette chez les *Landolphia*. Dans les poils de certaines espèces étudiées l'auteur a observé la présence de gouttelettes de même nature chimique que le suc des laticifères.

Chimani s'est servi avec succès comme colorant du latex de l'alkannine dissoute dans de l'acide acétique ; cette méthode permet en particulier de bien différencier les laticifères des cellules à tannin et des tubes criblés qui contiennent souvent une substance analogue au latex et de distinguer par suite les anastomoses véritables ou apparentes.

(1) O. Chimani ; *Untersuchungen über Bau und Anordnung der Milchröhren mit besonderer Berucksichtigung der Guttapercha und Kautschuk liefernden Pflanzen.* (Bot. Centralbl. LXI, 1895, p. 305. 2 pl.).

On admettait jusqu'ici d'une manière classique que le développement des tubes criblés de la Vigne est indirect, que les cellules procambiales ou cambiales qui doivent leur donner naissance se divisent d'abord longitudinalement en deux éléments, le tube criblé et la cellule compagne. M. Chauveaud (1) montre que ce n'est que très tardivement dans les régions en voie de croissance que s'effectue cette division ou même qu'elle peut ne pas se produire; le cloisonnement du tube criblé ne se produit de bonne heure que dans les régions ne subissant pas d'allongement, ce qui a lieu en particulier pour les tubes criblés secondaires. L'auteur a constaté que les deux modes de développement, direct et indirect, peuvent être réalisés dans un même faisceau (Blé).

O. Lignier (2) propose une nouvelle nomenclature des tissus secondaires basée sur la loi des surfaces libres de E. Bertrand; ce dernier auteur avait défini de la manière suivante les tissus secondaires : « d'une manière générale, lorsqu'une zone génératrice canaliforme (toute zone génératrice ne produisant ni bois ni liber) est sous la dépendance d'une surface libre (réelle ou virtuelle), elle produit du liège entre elle et la surface libre, du tissu fondamental secondaire sur sa face opposée; toute zone cambiale dépendant d'une surface libre produit du liber secondaire entre elle et la surface libre, du bois secondaire sur sa face opposée. » Lignier fait remarquer que le terme de liège implique l'idée d'une différenciation spéciale, que celui de tissu fondamental secondaire n'est pas assez précis; de même celui de *tissu sacrifié* par lequel Bertrand désigne le tissu préexistant situé contre la surface libre fait songer à la mortification superficielle des organes et ne répond par suite pas à la généralité des cas.

Lignier propose d'appeler *épicine* tous les tissus compris entre cette surface libre et la zone génératrice; le tissu sacrifié de Bertrand devient l'épicine primordial, son liège l'épicine secondaire; de même le terme *apocine* désignerait tous les tissus qui subissent l'action de la surface libre et qui se trouvent au-delà de la zone génératrice. L'auteur applique sa nomenclature à un certain nombre d'exemples et montre que l'existence d'une surface libre peut produire une action se traduisant autrement que par l'apparition de tissus secondaires (assise plissée de l'endoderme, de l'assise pilifère, etc...).

On a signalé de nombreux cas d'assises plissées autres que l'endoderme; telles sont le liège des Myrtacées (O. Lignier), des Hypéricacées, de certaines Rosacées (Douliot), l'assise pilifère des Conifères et des Cycadacées (Van Tieghem). O. Lignier (3) en signale un nouvel

(1) Chauveaud : *Sur le développement des tubes criblés chez les Angiospermes.* (C. R. de l'Acad. des Sc., CXX, 1895, p. 165).

(2) O. Lignier : *Contributions à la nomenclature des tissus secondaires.* (Bull. Soc. Linn. de Normandie, 4e Série, IX, 1895, p. 15-30).

(3) O. Lignier : *Sur une assise plissée sous-ligulaire chez les Isoetes.* (Bull. de la Soc. Linn. de Normandie, 4e série, IX, 1895, p. 42-46).

exemple dans la ligule des *Isoetes ;* elle existe sur la face basilaire du pied de cette ligule ; elle se distingue très nettement du tissu ligulaire qui est formé de grandes cellules, à protoplasma très vacuolaire, alors que les cellules du tissu plissé sont petites et à protoplasma abondant ; elle est d'origine sous-épidermique ; vers les bords du pied de la ligule se trouve en-dessous de ce tissu plissé une plage vascularisée constituée par des cellules de dimensions ordinaires, mais dont les parois sont ornementées de réticulations et de ponctuations transversales rappelant celles des vaisseaux ligneux.

La position de l'assise plissée entre le bois conducteur des liquides et le tissu ligulaire auquel ils sont destinés montre qu'elle est capable de se laisser traverser rapidement par les liquides ; elle jouerait suivant Lignier un rôle analogue à l'endoderme des racines ; le cadre de plissement que possèdent ces tissus aurait peut-être pour rôle de joindre la solidité à une très grande perméabilité.

(*A suivre*). M. MOLLIARD.

425 — Lille. Imp Le Bigot frères Le Gérant : Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

COUPIN, docteur ès sciences.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

325. — *Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.*

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIÈME

Livraison du 15 Février 1899

N° 122

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

1899

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1899

I. — ÉTUDE GÉO-BOTANIQUE DE LA FLORE DU HAUT BASSIN DE LA SALLANCHE ET DU TRIENT (avec une carte), par **M. Paul Jaccard** 33

II. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896 (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** *(suite)* 72

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE I. — Carte botanique du haut bassin de la Sallanche et du Trient.

Cette livraison renferme en outre cinq gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

ÉTUDE GÉO-BOTANIQUE

DE LA FLORE

DU HAUT BASSIN DE LA SALLANCHE ET DU TRIENT

par M. Paul JACCARD.

I. — INTRODUCTION.

La région dont nous allons nous occuper et que, pour abréger, nous désignerons sous le nom de *haut bassin du Trient* (1), est, au point de vue géographique, parfaitement délimitée.

Elle se trouve entièrement sur le versant oriental de la grande arête montagneuse qui s'étend presque en ligne droite de la Dent du Midi au Buet, suivant la direction N.N.O-S.S.O. Cette chaîne, qui ne descend guère au-dessous de 2500 mètres, sépare très nettement notre région des Alpes lémaniennes occidentales.

Trois vallons s'y découpent, séparés par des chaînons assez élevés, ne communiquant entre eux que par la région haute alpine (Le col de Barberine est à 2480 m., celui d'Emaney à 2427 m.). Ce sont les trois vallons de Salanfe, d'Emaney et de Barberine.

Ces trois vallons ont une conformation tout à fait comparable, leur altitude inférieure est entre 1800 et 1900 mètres et tous présentent des versants s'élevant au delà de 3000 mètres. Tous les trois s'ouvrent vers l'est sensiblement, dans la direction de la grande coupure valaisanne (2). Enfin, ce qui leur donne, au point de vue qui nous occupe, un intérêt tout particulier, c'est qu'ils sont tous les trois partagés par la ligne de séparation des terrains calcaires

(1) La Sallanche et le Trient s'embouchent dans le Rhône, à une si petite distance l'un de l'autre, qu'il serait possible, sans beaucoup de peine, de les réunir dans leur cours inférieur.

(2) La partie supérieure du vallon de Barberine est plutôt dirigée N.E.-S.W.

préalpins et des terrains cristallins appartenant à la grande chaîne centrale. A l'est, le gneiss compact contribue seul au modelé du terrain, tandis qu'à l'occident s'élèvent les assises néocomiennes et urgoniennes de la Dent du Midi, de la Tour Salière, du Pic de Tanneverge, etc. La ligne de séparation passe par les cols du Jorat, d'Emaney, de Barberine et du Vieux (vallon des Vieux Emossons). Elle est marquée par des affleurements de cornieules triasiques plus ou moins étendus et par quelques lambeaux de carbonifère.

Un semblable parallélisme de configuration rendait désirable une étude comparative de la flore de ces trois vallons. C'est ce que nous exprimions déjà en 1896 dans une note sur la flore du vallon de Barberine publiée avec la collaboration de M. J. Amann (1).

J'ai réussi cet été à mettre ce projet à exécution en visitant à deux reprises cette contrée : une première fois vers la fin de juillet, en compagnie de mon ami M. Th. Rittener, dont la collaboration m'a été très utile ; une seconde fois un mois plus tard, vers la fin d'août.

J'ai complété les notes et les matériaux recueillis dans ces explorations et dans celles d'années antérieures, par les indications du précieux « *Catalogue de la flore des Alpes valaisannes* » de M. H. Jaccard d'Aigle.

On trouvera à la fin de ce travail une carte de la région sur laquelle j'ai essayé de délimiter les formations et les associations végétales les plus caractéristiques (Pl. 1). Cette carte est la reproduction agrandie d'une feuille de l'atlas topographique suisse au 1/50000. L'excellence de cette carte en ce qui concerne le figuré du terrain, permet de se rendre compte facilement des relations existant entre les formations végétales d'une part, la déclivité du sol, sa nature géologique et son exposition d'autre part.

Des indications aussi diverses ne sauraient figurer sur un simple croquis avec toute la précision désirable.

Comme on le verra d'après la carte, nous ne nous occupons que de la rive gauche du Trient, la seule que l'on puisse rattacher topographiquement aux Alpes lémaniennes.

La superficie florale de notre territoire ne dépasse guère 60 kil.,

(1) Paul Jaccard et Jules Amann : Bulletin de la Soc. vaudoise des sciences naturelles, v. XXXII, p. 278-289.

et, à part quelques espèces des prairies subalpines qui, dans les parties les plus basses, atteignent leur limite supérieure, toutes les espèces que nous aurons à envisager s'y distribuent entre 1900 et 2500 mètres d'altitude.

***

Lorsque de Salvan on gagne Salanfe ou Emaney, on voit vers 1850 mètres la prairie subalpine assez brusquement remplacée par les pelouses alpines, dans certaines stations du moins. Ces prairies subalpines sont d'ailleurs très uniformes et frappent davantage par leur exubérance que par leur composition florale. On y remarque surtout les tiges élevées des grandes Astrances, des Raiponces (*P. spicatum* et *betonicaefolium*) et de la Bistorte (*P. Bistorta*), les ombelles des *Chaerophyllum Villarsii* et *aureum*, des Campanules (*C. barbata* et *rhomboidalis*), du Trèfle de montagne, etc., etc., plantes que nous retrouverons pour la plupart dans la région alpine proprement dite, mais engagée dans d'autres associations.

Parmi les espèces intéressantes, disséminées par ci par là entre 1700 et 1800 mètres, nous citerons : *Dracocephalum Ruyschianum*, *Bupleurum stellatum*, *Veronica spicata*, de gros buissons de *Cytisus alpinus*, et, contre les rochers, quelques rosettes épanouies du rare *Saxifraga Cotyledon*. Les gorges sauvages par lesquelles l'Eau Noire de Barberine descend en cascades sur le Trient, sont trop abruptes pour être praticables au botaniste, et c'est plutôt au col de La Gueulaz, sorte de fenêtre étroite, à 1950 mètres d'altitude, que se trouve l'ouverture de ce vallon vers la vallée du Rhône.

La région qui nous occupe est presque complètement dépourvue de forêts ; on y rencontre seulement dans les parties basses et vers l'ouverture quelques Mélèzes isolés et quelques Arolles. L'altitude n'est, à cet égard, pas seule en cause, car sur toutes les pentes qui descendent directement contre la vallée du Rhône, ou du moins qui sont à l'orient de notre territoire (pentes du Perrou, du Bel-Oiseau, du Luisin, du Salantin), la forêt monte souvent au-delà de 2000 mètres avec le Pin des montagnes, le Mélèze et l'Arolle, accompagnés de toute une flore silvatique qui s'arrête avec eux.

L'état de dénudation des vallons de Barberine, Emaney et Salanfe est relativement récent, ainsi que le prouve la présence de troncs d'Arolle et de Mélèze conservés en parfait état dans les dépôts tour-

beux de cette région. Par ci, par là, d'ailleurs, on voit émerger du pâturage de vieilles souches aux trois quarts pourries, derniers vestiges des forêts d'autrefois.

Une des causes les plus actives de déboisement provient de la grande consommation de bois nécessitée par la fabrication du fromage. Chaque été, et cela depuis des années, on s'est approvisionné aux alentours des chalets, brûlant impitoyablement ce combustible si facile à récolter. Il n'y a rien d'étonnant, dans ces conditions, que la limite forestière s'abaisse. Ce qui surprend, toutefois, c'est que la reconstitution naturelle soit presque nulle dans toute la région défrichée.

Actuellement, les fromagers d'Emaney, en sont à brûler l'*Alnus viridis* et le *Rhododendron*, que l'on récolte une année à l'avance pour les laisser sécher. Tout inférieur que soit ce combustible, il constituera cependant une ressource très appréciée jusqu'au jour où l'on constatera que la limite de l'*Alnus viridis* s'est abaissée de deux ou trois cents mètres.

Ce qui se passe à Salanfe, Emaney et Barberine, permet de toucher du doigt l'influence considérable que l'homme peut avoir sur le caractère floral d'une contrée : en détruisant soit la forêt de conifères, soit les buissons d'*Alnus*, il fait disparaître en même temps les associations florales qui les accompagnent.

II. — ÉTUDE COMPARATIVE DE LA FLORE DANS LES TROIS VALLONS.

1. LES PLATEAUX INFÉRIEURS.

On ne peut guère parler de plateau dans le petit vallon d'Emaney, les flancs s'abaissent sensiblement jusqu'au thalweg du torrent qui coule en gorge presque dès son origine.

Par contre, les alluvions de la Sallanche constituent un plateau étendu, en grande partie couvert par une prairie alpine d'un caractère floral très uniforme et ne présentant rien de particulier (1).

(1) Une bonne partie des eaux de la Sallanche filtrent au travers des moraines ou des terrains perméables (cornieules), entourant le plateau au milieu duquel elles viennent sourdre ensuite tranquillement sans charrier de gros galets. De cette manière, la prairie n'est pas envahie chaque année comme à Barberine.

Tout autre est le plateau de Barberine ; sa partie inférieure, ou *Plat d'Emosson*, située à 1750 m., est presque entièrement occupée par une tourbière, que le torrent, surélevé par son alluvionnement, laissait subsister, mais que la création récente d'une canalisation est en train d'assécher. Actuellement, elle ne présente plus que par places son ancien caractère et plusieurs plantes intéressantes en ont sans doute déjà disparu. Ce n'est plus guère qu'un « *caricetum* » dans lequel on rencontre, entre autres, les espèces suivantes : *Carex fœtida*, *Davalliana*, *muricata*, *echinata*, *stricta*, *aterrima*.

C'est dans la partie de cette tourbière restée intacte que j'eus la chance de rencontrer le *Carex pauciflora*, non encore signalé dans le bassin du Trient, et chose plus rare, le *Carex microglochin*, qui n'était connu jusqu'alors que dans quelques stations de la grande chaîne centrale, où il paraissait atteindre sa limite occidentale dans la vallée de Bagne.

Les alluvions du bord de l'Eau-Noire présentent une trentaine d'espèces essentiellement calciphiles, provenant soit du fond du vallon principal, soit du vallon des Vieux-Emossons. Cette colonie erratique mérite d'être signalée. Nous y trouvons à 1750 mètres : *Achillea atrata*, *Campanula cenisia*, *Cerastium latifolium* (1), *Epilobium Fleischeri*, *Draba aizoides*, *Gentiana bavarica*, *Erigeron alpinus*, *Hutschinsia alpina*, *Senecio incanus*, *Thlaspi rotundifolium*, *Linaria alpina*, *Saxifraga oppositifolia*, *biflora*, *aizoides*, *Aizoon*, etc.

Grâce à la nature de la station, ces plantes ont pu descendre fort au-dessous de leur limite habituelle et s'installer en pleine prairie subalpine.

C'est également sur ce plateau, au bord d'un fossé vaseux, que M. Amann trouva le *Bryum cyclophyllum* Schwägr., non encore signalé en Suisse (2).

La partie supérieure du vallon de Barberine forme à 1850 mètres un plateau séparé d'Emosson par un seuil gneissique coupé d'une gorge de 1 kilomètre de longueur environ. Ce plateau supérieur est traversé par les bras nombreux du torrent qui divague chaque année et le recouvre de galets et d'alluvions. Dans ces conditions,

(1) Un *lapsus calami* nous a fait écrire à tort *C. uniflorus* dans notre précédent travail déjà cité. Loc. cit., page 280.

(2) Pour la flore bryologique du vallon de Barberine, voir P. Jaccard et J. Amann. Loc. cit., passim.

le pâturage alpin ne réussit pas à s'étendre beaucoup. Au milieu de ces alluvions essentiellement calcaires, s'épanouit l'*Epilobium Fleischeri*, qui est la plante envahissante. Avec elle, on remarque *Linum alpinum*, *Hippocrepis comosa*, *Biscutella lævigata*, *Anthyllis Vulneraria*, *Linaria alpina*, *Gentiana bavarica*, *Salix retusa*, *Petasites niveus*; quelques rares Graminées, *Poa alpina*, *Avena Scheuzeri*, *Festuca Halleri*, et c'est à peu près tout.

Toutes ces plantes sont disséminées, la prairie ne réussissant pas à s'établir sur un sol aussi caillouteux et si peu stable.

Les seules plantes spéciales à ce plateau et que l'on ne retrouve pas dans les deux autres vallons, sont *Oxytropis neglecta* et *Gentiana asclepiadea*, signalées par Payot, mais que je n'ai pas récoltées moi-même, et *Viola palustris* qui est assez répandue dans les parties inondées laissées en contre-bas sur les bords du plateau.

2. VERSANTS GNEISSIQUES FORMANT LES RIVES DROITES DES TROIS VALLONS.

Les rives droites des trois vallons, du moins dans leur portion inférieure, présentent le même substratum et sensiblement la même conformation. A Barberine, ce sont les flancs du Perron, dont les assises gneissiques forment encore la base de la Pointe de Finive; à Emaney, les pentes de Fontanabran et de la Rebarmaz ; à Salanfe, le versant septentrional du Luisin.

Au point de vue floristique, rien n'est plus uniforme que ces trois versants. En décrivant l'un d'eux, nous décrirons les deux autres. Nous prendrons comme exemple le versant droit d'Emaney, en notant, dans l'ordre où nous les avons rencontrées, les plantes et les associations végétales caractéristiques.

A. *Formation de l'Alnus viridis*. — Sur les pentes exposées au levant, dans les parties basses, entre 1800 et 2100 mètres, où l'humidité est toujours considérable, l'*Alnus viridis* et les plantes qui l'accompagnent présentent une exhubérance vraiment remarquable. Au milieu du feuillage vert sombre de l'*Alnus*, dont les buissons s'élèvent jusqu'à deux mètres, le Rhododendron envahit les grandes déclivités, s'accroche aux parois des gros blocs et en couronne le sommet; par ci par là, le *Sorbus aucuparia* tranche sur le fond par sa teinte plus claire.

Grâce à leur exposition, ces pentes se conservent humides, la rosée s'y maintient longtemps et, par un beau jour d'été, la fraîcheur qui règne au milieu de ces fourrés de hautes herbes et de buissons forme un contraste frappant avec la chaleur qui règne sur les pentes opposées.

J'ai pu m'en convaincre tout particulièrement lors de ma seconde visite (fin août). La pluie n'était pas tombée depuis plus de trois semaines, et la chaleur, à la montagne comme à la plaine, avait été remarquablement forte. Grâce à une rosée abondante, jusque vers midi, le dessous des buissons et des grandes plantes herbacées qui les accompagnent restait mouillé, ainsi que le terreau, toujours très épais et atteignant souvent 40 centimètres de profondeur.

Pourtant, à ce moment-là, aucune eau ne ruisselait nulle part, et tant sur les pentes de Salanfe que sur celles d'Emaney (versant droit), il eût été impossible de trouver le moindre filet d'eau, hormis le torrent descendant du névé de la Rebarmaz et celui qui, du névé du Luisin, s'écoule vers le lac d'Autan (Salanfe). Les nombreux petits torrents, si tumultueux au commencement de l'été, étaient à sec.

On voit donc que la rosée seule, lorsque l'exposition vient réduire la durée et l'intensité de l'insolation, suffit pour entretenir une humidité abondante pendant la période de végétation, alors qu'il ne tombe pas de pluie pendant longtemps.

Grâce à cette humidité, la végétation de ces pentes se trouve fort en retard sur celle du versant opposé. A part le Rhododendron qui termine sa floraison au milieu de juillet, c'est dans la seconde quinzaine d'août que la plupart des autres plantes sont en fleurs.

Voici les espèces rencontrées en compagnie de l'*Alnus viridis*. Par leur constance sur tous les versants gneissiques, humides et couverts d'*Alnus*, elles forment une des associations végétales les plus caractéristiques (1). Ce sont : sur l'humus, *Mulgedium alpinum*, *Veratrum album*, *Adenostyles albifrons* et *alpina*, *Achillea macrophylla*, *Imperatoria Ostruthium*, *Ægopodium Podagraria*, *Ranunculus aconitifolius*, *Aconitum Lycoctonum* et *Napellus*, *Aquilegia vulgaris*, *Phyteuma*

(1) Pour abréger, les noms des espèces citées ne sont pas suivis de nom d'auteur. Nous avons pris toujours le nom adopté dans le Catalogue de la flore valaisanne de Henri Jaccard, ou dans la flore suisse de Gremli.

spicatum et *betonicaefolium*. Toutes ces plantes atteignent et dépassent un mètre de hauteur.

Rubus idaeus, *Vaccinium uliginosum* et *Myrtillus*, *Knautia arvensis*, *Trollius europaeus*, *Polygonatum verticillatum*, *Gentiana purpurea*, *Geranium sylvaticum*, *Solidago virga-aurea*, *Prenanthes purpurea* ; quelques exemplaires d'*Arnica montana* disséminés sur des blocs couverts de Lichens.

Par ci, par là : quelques buissons de *Lonicera coerulea*, *Alchimilla vulgaris*, *Lycopodium Selago*, *Carex ferruginea* et *atrata*, *Anemone sulfurea* (en fruits), *Saxifraga rotundifolia*, *Campanula rapunculoides*, *Chaerophyllum Villarsii*, *Cirsium spinosissimum*, *Deschampsia flexuosa*, *Poa vivipara*, *Astrantia major !* un exemplaire (1), *Astrantia minor*, *Campanula Scheuzeri*, *Homogyne alpina*, *Arabis bellidifolia*, *Crepis aurea*, *Leontodon autumnalis*, *Ranunculus acris*, *Aspidium Lonchitis* et *Filix mas*, *Allosurus crispus*.

Sur les rocailles dénudées : *Epilobium spicatum*, *Valeriana tripteris*.

Dans les endroits plus frais et plus humides : *Saxifraga Aizoides* et *stellaris*, *Viola biflora*, *Oxalis acetosella*, *Oxyria digyna*.

Sur le sommet de gros blocs formant station sèche : *Juniperus nana*, *Hieracium pilosum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Arnica montana*.

Cette formation de l'*Alnus viridis* présente exactement la même composition florale dans les trois vallons. Néanmoins j'y ai rencontré, dans une petite station à Emaney, quelques pieds de *Streptopus amplexifolius*, que je n'ai pas trouvé ailleurs. Cette plante, dont la distribution est très sporadique, n'avait pas encore été signalée dans la région.

En outre, à Salanfe, j'ai également rencontré à l'entrée du vallon, quelques échantillons du rare *Saussurea alpina*, qui y avait été indiqué par Thomas il y a un demi-siècle, mais qui n'est pas indiqué dans le catalogue de Henri Jaccard comme ayant été retrouvé depuis (2).

Ce qui me frappe, c'est l'absence de Saules dans cette formation ; à part quelques buissons de *S. Myrsinites*, trouvés au bas de la pente à Salanfe, je n'en ai rencontré aucun.

(1) En versant de l'acide chlorhydrique sur le terreau et les sables sous-jacents je n'ai observé aucune effervescence.

(2) *Loc. cit.*, page 207.

Le vallon d'Emaney, mieux encore que les deux autres, nous montre, d'une manière frappante, le rôle que joue l'*exposition* dans l'établissement de la formation de l'Aulne vert.

Dans la partie inférieure du vallon, les deux versants sont constitués exactement par la même roche, leur déclivité (surtout vers leur base, la plus intéressante au point de vue de la flore) est sensiblement la même ; les sommités qui dominent les deux versants ont à peu près la même hauteur (entre 2600 et 2700 m.) et pourtant le versant gauche, exposé au midi et au couchant, éclairé la plus grande partie du jour, est absolument privé d'*Alnus*, le Rhododendron n'y constitue pas de formation continue, la variété florale y est beaucoup plus grande et aucune espèce n'y devient prépondérante au même degré.

B. *Formation du Calluna vulgaris.* — Suivant la déclivité du terrain et son exposition, la formation de l'Aulne vert monte jusqu'à 2,300 m. Sur le versant droit d'Emaney, à l'entrée du vallon par exemple, la pente en est couverte jusqu'à 2,100 m. A cette altitude, règne un petit plateau qui interrompt la grande déclivité du versant. Aussitôt, le caractère change, la formation de l'*Alnus* fait place à un « *callunetum* » présentant l'aspect des portions les plus sèches des tourbières. Outre la Bruyère, le sol est couvert de Rhododendrons, d'Airelles, spécialement du *Vaccinium uliginosum*, des *Loiseleuria (Azalea) procumbens*, des Camarines (*Empetrum nigrum*). Quelques buissons de *Lonicera cœrulea* et *Juniperus nana* ; à l'ombre de ces buissons prospèrent des Sphaignes, des Mousses et des Lichens (*Sphagnum acutifolium*, *rigidum* et *Girgensohnii*, *Hypnum Schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Solorina crocea*, *Cetraria islandica*, *Cladonia rangiferina*, *Stereocaulon corallinum*).

Le nombre des espèces herbacées qui s'épanouissent sur cette formation est des plus faible ; j'y ai noté : *Geum montanum*, *Deschampsia flexuosa*, *Hieracium piliferum*, *Phyteuma hemisphæricum*, *Carex brunescens*, *Scirpus cæspitosus*.

Lorsque la pente plus forte et la présence de quelques éboulis graveleux permet l'établissement d'une petite pelouse, le nombre des espèces augmente; on y trouve alors : *Leontodon autumnalis*, *Campanula Scheuzeri*, *Potentilla aurea* et *salisburgensis*, *Astrantia minor*, *Trifolium alpinum*, *Festuca violacea*, *Alchemilla vulgaris*,

Phyteuma hemisphæricum, Campanula barbata, Soldanella alpina, Euphrasia minima, Geum (Sieversia) montanum, Lycopodium Selago, Selaginella spinulosa, Sorbus aucuparia, Arnica montana, Rosa alpina, Senecio Doronicum, Gentiana purpurea.

C. *Formation de l'Azalea procumbens et de l'Empetrum nigrum.* — Au-dessus du « *callunetum* », vers 2200 m. sur les rochers secs et les pentes mamelonnées, apparaît une formation nouvelle, caractérisée par la prédominance de l'*Azalea procumbens* et de l'*Empetrum nigrum* émergeant d'un sol plus ou moins envahi par le Lichen des rennes et le Lichen d'Islande, accompagnés de quelques Mousses. Suivant l'exposition et le degré de sécheresse du sous-sol, cette formation présente trois types, marqués par la grande prédominance que présentent soit l'Azalée, soit la Camarine, soit les Lichens.

Sur les arêtes, ainsi qu'au sommet des mamelons où la sécheresse est la plus grande, les touffes serrées des *Cladonia rangiferina, Cetraria islandica, Stereocaulon corallinum*, recouvrent complètement le sol d'un tapis blanc ou gris que percent avec peine de petits rameaux de Bruyères, d'Airelles, de Camarine, d'Azalée, quelques touffes de *Carex curvula, Agrostis alpina* et *rupestris, Avena versicolor, Leontodon pyrenaeus, Phyteuma hemisphericum, Hieracium piliferum.*

Après trois semaines d'un temps parfaitement sec, il m'a été possible de faire sortir par la pression quelques gouttes d'eau de ce tapis de Lichens en apparence si sec. Quelques Mousses et Sphaignes à peine visibles à l'extérieur sont entremêlées aux touffes de Lichens et retiennent l'humidité dans la petite couche d'humus ainsi protégée. La teinte blanche des Lichens doit sans doute favoriser le rayonnement, et la compacité du tapis qu'ils forment entraver l'évaporation de l'eau contenue dans le terreau sous-jacent.

Souvent, lorsque la couche d'humus est très mince ou même nulle, le sol est recouvert par les rameaux rampants de l'*Azalea procumbens* qui parfois s'étendent fort loin de leur souche et s'appliquent en un tapis serré sur les rochers qu'ils recouvrent à l'exclusion de toutes autres plantes.

Au pied des mamelons, où l'humidité est un peu plus abondante, c'est la Camarine qui devient dominante sur un tapis de Mousses et de Lichens.

D. *Formation de l'Alchemilla pentaphylla.* — Tout à côté des formations précédentes dans les combes ou les petits plateaux tardivement abandonnés par la neige (1), le sol se recouvre d'un gazon beau vert dans la composition duquel domine l'*Alchemilla pentaphylla.* Ses feuilles finiment découpées s'appliquent contre terre, et, mélangées au *Salix herbacea,* et au *Meum Mutellina*, elles forment une couverture continue au milieu de laquelle émergent seuls les petits capitules du *Gnaphalium supinum* var. *pusillum* et du *Leucanthemum alpinum*, ainsi que les tiges basses des *Veronica alpina*, *Cardamine alpina, Potentilla aurea*, *Siebaldia procumbens*, *Cerastium trigynum*, *Plantago alpina.*

Dans les portions les plus bumides, le tapis passe au vert sombre ; c'est le gazon serré du *Polytrichum septentrionale* constellé des corolles blanches du *Cerastium trigynum* et du *Saxifraga stellaris.*

Sur les flancs des rochers voisins, quelques *Trifolium alpinum*, *Primula viscosa, Gentiana purpurea, Silene exscapa, Juncus trifidus, Sempervivum montanum.*

Chose curieuse, les Lichens crustacés si abondants à cette altitude sur les protogynes du massif du Mont-Blanc, sont plutôt rares ici, le gneiss compact étant sans doute trop lisse et trop peu fissuré pour leur donner prise.

Avant d'abandonner ce versant droit d'Emaney, j'aimerais à signaler encore un bel exemple que j'y ai rencontré, comme preuve du rôle considérable que joue l'exposition dans la distribution des plantes alpines.

Il s'agit de la combe de la Rebarmaz. Cette combe, située entre Fontanabran et la Rebarmaz, possède un grand névé persistant dont la fonte alimente un torrent qui, après avoir rempli un petit lac de barrage, descend en cascades dans une gorge peu profonde jusqu'au ruisseau d'Emaney. La combe en question étant à peu près perpendiculaire à la direction du vallon principal s'ouvre donc sensiblement du N. au S., de sorte que l'une de ses faces se trouve en plein midi. Tandis que la pente à exposition nord est formée d'éboulis presque complètement dénudés, la face méridionale qui s'élève au-dessus du petit lac à 2,200 mètres environ est couverte de Rhodo-

(1) Ce que O. Heer appelle « *Schneethälchen* » *combes de neige.*

dendrons s'élevant au milieu d'une flore vigoureuse d'*aspect et de composition florale semblable à celle du versant gauche du vallon principal.*

Je citerai en particulier *Bupleurum stellatum* et *Centaurea nervosa* que je n'ai pas rencontrés ailleurs sur le versant droit du vallon principal, même plus bas, mais qui abondent par contre sur le versant gauche mieux exposé.

Partout ailleurs, dans les parties avoisinantes, domine, à partir de 2,150 mètres déjà, soit la formation des Lichens, Azalées et Camarines, soit la formation de l'*Alchemilla pentaphylla ; c'est donc bien à l'exposition seule*, les autres conditions étant semblables, qu'il faut attribuer le développement floral dont nous venons de parler.

Au-dessus de 2,300 mètres, on ne rencontre plus guère que des touffes isolées de *Ranunculus glacialis*, des Draves, des Androsaces, des Saxifrages et quelques gazons de Silènes.

En somme, sur l'ensemble des trois versants droits, dans leur portion gneissique du moins, j'ai noté pour ma part une centaine d'espèces qu'il est possible de récolter en fleurs vers le milieu et la fin d'août (il serait possible sans doute d en découvrir encore quelques-unes qui m'ont échappé). Ces plantes se répartissent, suivant les conditions de l'altitude du sous-sol et de l'exposition, de la manière suivante :

Formation de l'*Alnus viridis*, une soixantaine; *callunetum* : 4 à 5 espèces particulières; formation de l'*Azalea procumbens* et de l'*Empetrum nigrum* : une dizaine ; formation de l'*Alchemilla pentaphylla* : une dizaine; hauts rochers et éboulis : une dizaine d'espèces.

Comme nous l'avons fait remarquer plus haut, la flore de ces versants droits est très uniforme, il n'y a guère que 4 ou 5 espèces parmi celles que j'ai récoltées qui soient spéciales à l'un de ces versants, ce sont : *Lychnis viscaria*, *Lycopodium clavatum*, et *Carex pauciflora* trouvés sur les flancs du Perron, *Streptopus amplexifolius* à Emaney, et *Saussurea alpina* à Salanfe.

L'impression qui ressort d'une herborisation sur ces pentes gneissiques à exposition au levant est plutôt celle d'une pauvreté relative. Les formations exubérantes de quelques espèces accaparent tout le terrain, ne laissant aux concurrentes, moins bien adaptées aux conditions spéciales de ces versants, que des stations restreintes.

Il suffit, au milieu de ces pentes gneissiques, si uniformes dans leur conformation, de quelques blocs isolés, s'échauffant rapidement au soleil, de quelques vieux troncs, d'un dépôt graveleux, ou de toute autre condition accidentelle pour constituer une petite station favorable au développement de quelques espèces qui ne trouveraient pas dans la plus grande partie du terrain avoisinant les conditions nécessaires. Parmi ces dernières nous pouvons citer *Botrychium Lunaria* sur un bloc de gneiss, *Astrantia major* sur des éboulis graveleux, *Arnica montana*, *Hieracium villosum*, *Geum montanum*, sur de gros blocs (1).

3. VERSANTS GAUCHES DES TROIS VALLONS.

A. *Portion gneissique.* — La partie gneissique des versants gauches est située, à Barberine par les pentes du Bel-Oiseau, et de Fontanabran à Emaney par le flanc méridional du Luisin ; quant au vallon de Salanfe, il ne possède guère de gneiss sur le flanc gauche, sauf les pentes du Salantin qui tombent sur le vallon de Van et sont déjà un peu en dehors de notre territoire.

Dans leur ensemble, ces pentes gneissiques à exposition méridionale sont un peu plus abruptes que celles du versant opposé, elles ne portent point de glaciers ni de névés permanents (2), aussi, sont-elles en général plus sèches. Les buissons d'*Alnus* et de Rhododendron y apparaissent rarement, et la flore qui les accompagne acquiert moins de prépondérance.

Partout où elles sont recouvertes d'une couche de terreau suffisante, ces pentes ressemblent dans une certaine mesure, par leur formation florale, aux pentes calcaires. Les plus grosses différences proviennent de la présence des éléments silicicoles remplaçant les calcicoles, et de l'état d'avancement de la végétation.

Outre les éléments que l'on rencontre sur la face opposée, la flore des versants méridionaux s'enrichit de nombreuses espèces qui donnent au tapis végétal une plus grande variété et qui parfois

(1) On me pardonnera de faire une description aussi détaillée de ces formations que Kerner, O. Heer et d'autres ont déjà caractérisées. Il m'a paru utile d'insister sur ce point afin de mieux mettre en relief les facteurs déterminants dans la distribution du tapis végétal de la contrée que nous étudions.

(2) Il y a là évidemment une relation de cause à effet, l'intensité plus grande de la fonte des neiges rendant nécessairement l'érosion plus brutale.

sont même localisées dans un seul des trois vallons; c'est le cas en particulier pour les espèces suivantes :

Serratula Rhaponticum, rencontré dans une petite station à Emaney, au-dessus des chalets, à 1.900 m.; récolté par H. Jaccard sur les pentes du Salantin au-dessous de la limite de la région forestière, c. 1,800 m.

Aquilegia alpina, pentes de Fontanabran sur Barberine, 1.900 m.

Braya pinnatifida, montée du col de la Gueulaz sur Barberine et montée du vallon des Vieux-Emossons.

Arenaria biflora, pentes de Fontanabran sur Barberine.

Dianthus Carthusianorum, à Emaney, pentes du Luisin, 1.900 m. (Il serait possible qu'il se trouve à Barberine, mais je ne l'y ai pas rencontré.)

Saxifraga Cotyledon, gorges de Barberine et d'Emaney. Rare.

Bupleurum ranunculoides, à l'entrée du vallon d'Emaney, 1.750 m. (d'après H. Jaccard).

Artemisia Mutellina et *Achillea Moschata*, pentes du Luisin sur Emaney, 2.200. Très rares.

Artemisia spicata, vallon des Vieux-Emossons (sur son versant méridional, 2.000 m.).

Senecio incanus, pentes du Luisin sur Emaney, 2.400 m.; vallon des Vieux-Emossons, 2.000 m.; amené par le torrent jusqu'au plateau inférieur d'Emosson, 1.750 m.

Hypochæris radicata, pentes du Luisin sur Emaney, 1.900 m.

Afin de montrer d'une manière plus frappante le caractère différentiel des deux versants, nous donnons la liste des espèces recueillies sur le versant gauche d'Emaney (pentes méridionales du Luisin), en les transcrivant dans l'ordre de la récolte, ce qui permettra d'établir facilement la comparaison avec la liste des espèces du versant opposé.

Cependant nous rendons attentifs à ce fait que nos récoltes sur le versant gauche ont été faites les 27 et 28 juillet, tandis que celles du versant opposé datent d'un mois plus tard. Néanmoins l'état d'avancement était le même; dans les deux cas on était en pleine floraison.

Entre 1,850 et 2,000 mètres, nous sommes en pleine prairie alpine, d'un caractère plutôt luxuriant.

En montant à partir des chalets, nous notons :

Calamintha alpina, Daphne Mezereum, Ranunculus montanus, Galium sylvestre, b. anisophyllum, Rumex scutatus, Campanula Scheuzeri, Trifolium campestre et Thalii, Sempervivum montanum, Thymus serpyllum, Lotus corniculatus, Hypericum quadrangulum, Leontodon pyrenæus, Achillea Millefolium, Brunella vulgaris et grandifolia, Alchemilla montana, Potentilla grandiflora, Serratula Rhaponticum, Cerastium campestre, Dianthus Carthusianorum, Hypochaeris radicata, Centaurea nervosa, Phleum alpinum, Euphrasia minima, Arabis bellidifolia, Crepis aurea, Nardus stricta!, Plantago montana et alpina, Euphorbia Cyparissias, Astrantia minor, Carum Carvi, Silene rupestris, Alchemilla vulgaris, Silene inflata, Paradisia Liliastrum, Phyteuma betonicaefolium, Gentiana excisa, Hieracium Pilosella, Cerastium triviale, Geum montanum, Carex nigra, Potentilla salisburgensis, Veronica saxatilis, Polygala alpestris, Tormentilla erecta, Vaccinium Myrtillus, Campanula barbata, Polygonum viviparum, Nigritella angustifolia, Calluna vulgaris, Gentiana campestris, Helianthemum grandiflorum, Alnus viridis et Rhododendron ferrugineum (quelques petits buissons, par ci par là), Juniperus nana, Rosa alpina, Meum Mutellina, Arnica montana, Trollius europaeus, Leucanthemum vulgare, Lonicera coerulea, Betonica hirsuta.

Dans un petit replat humide :

Tofieldia calyculata, Calluna vulgaris, Tormentilla erecta, Carex Davalliana, Parnassia palustris, Juncus alpinus, Euphrasia alpina, Carex echinata, Selaginella spinulosa, Thesium alpinum, Orchis mascula, Homogyne alpina, Scirpus cæspitosus, Pinguicula vulgaris et grandiflora.

En rentrant sur la pelouse : 1.960 m.

Campanula rhomboidalis, Sorbus Hostii, Valeriana officinalis b. angustifolia, Chaerophyllum Villarsii, Veronica officinalis, Briza media, Gagea Liottardi, Alectorophus major, Veratrum album, Imperatoria Ostruthium, Geranium sylvaticum, Senecio Doronicum, Bartsia alpina, Anemone sulfurea, Linum catharticum, Viola calcarata, Homogyne alpina, Luzula lutea, Gymnadenia conopsea, Orchis globosa, Gnaphalium Hoppeanum, Hieracium Laggeri Schutz, Crepis montana et grandiflora, Trifolium badium, Pimpinella saxifraga, Vaccinium uliginosum.

Sur des escarpements de rochers gazonnés :

Primula viscosa, Asplenium septentrionale, Trifolium alpinum, Phyteuma hemisphaericuum, Valeriana montana, Vaccinium Vitis Idæa, Hieracium murorum, Bupleurum stellatum, Saxifraga aspera et aizoides, Melampyrum sylvaticum, Cardamine alpina, Viola biflora, Silene nutans, Hieracium villosum, Saxifraga Aizoon, Aconitum Napellus, Sempervivum tectorum, Artemisia Mutellina! (deux ou trois exemplaires seulement), Solidago Virga aurea, Paradisia Liliastrum, Lilium Martagon, Anemone

narcissiflora !, Cotoneaster vulgaris, Scabiosa Columbaria, Knautia arvensis, Centaurea montana, Valeriana officinalis b. angustifolia, Phyteuma spicatum, Centaurea nervosa, Bupleurum stellatum, Arnica montana, Deschampsia fluxuosa, Pedicularis tuberosa, Adenostyles albifrons.

Vers 2,000 m. et au-dessus sur des escarpements herbeux et sur les rochers :

Azalea procumbens L., Myosotis alpestris, Androsace imbricata, Veronica saxatilis, Carlina acaulis, Alchemilla alpina, Sedum anacampseros, Cirsium spinosissimum dans des stations humides avec Bellidiastrum Micheli, Carex ferruginea, flava et lepidocarpa, Allium Schoenoprasum, Thalictrum aquilegifolium, Ranunculus aconitifolius, Coeloglossum viride et albidum, Hieracium aurantiacum, Anthyllis Vulneraria, Rumex acetosa, Hedysarum obscurum, Gentiana purpurea, Meum Mutellina, Potentilla aurea, Allosurus crispus, Sedum annum, Juncus trifidus, Ajuga pyramidalis, Chrysantemum alpinum, Botrychium Lunaria (rare), Galeopsis intermedia, Biscutella laevigata.

Vers 2,200 mètres, sur des rochers :

Polypodium vulgare, Cystopteris fragilis, Aspidium Lonchitis, Arctostaphylos Uva ursi ! Gymnadenia odoratissima, Gaya simplex, Senecio incanus, Silene excapa, Pedicularis verticillata, Androsace carnea !, Achillea moschata ! (les deux en très petit nombre), Anemone vernalis, Antennaria carpathica, Soldanella alpina, Erigeron uniflorus.

A partir de 2,300 mètres les pentes très abruptes du Luisin (versant d'Emaney) sont très pauvres, on n'y rencontre guère que les dernières plantes que nous venons de citer avec quelques *Agrostis*, *Festuca* et *Poa* alpins, quelques Gnaphales, Plantains, Alchemilles, etc. En somme assez peu de chose. La belle végétation cesse à partir de 2,200 mètres déjà. Au-dessus de cette altitude nous n'avons pas rencontré les formations d'*Azalea procumbens*, d'*Empetrum nigrum* et de Lichens signalées sur le versant opposé. La grande déclivité des pentes supérieures du Luisin en est une des causes, sans doute, mais leur grande sécheresse doit en être la raison déterminante.

Au sommet, rencontré *Ranunculus alpestris* et *R. glacialis*, côte à côte. Au milieu de la pente gneissique vers 2,000 m. sur les restes d'une moraine calcaire, nous notons :

Carduus defloratus, Sorbus Hostii, Anemone alpina et narcissiflora, Erigeron uniflorus, Campanula thyrsoidea, Biscutella laevigata, Globularia cordifolia, Campanula pusilla, Centaurea scabiosa, Hieracium villosum, Pedicularis Barrelieri, Crepis montana, Oxytropis montana Laserpitium

latifolium, Astrantia major, Antennaria dioica, Allium schoenoprasum v. foliosum, Primula farinosa, Nigritella angustifolia v. rosea, Thlaspi rotundifolium, Hutschinsia alpina, Phaca astragalina.

Abstraction faite de ces dernières plantes trouvées sur substratum calcaire, la liste précédente comporte environ 200 plantes (plus exactement 190), soit le double de celle que nous avions dressée pour le versant opposé. Au point de vue des formations, le plus grand nombre se rattache à la *prairie alpine* avec les différences qu'elle présente suivant le degré de sécheresse ou d'humidité des stations. Un petit nombre appartient franchement à la flore des hauts rochers et à celle des éboulis.

Il est intéressant de comparer ce versant d'Emaney avec le versant correspondant de Barberine, soit les pentes du Bel Oiseau et celles de Fontanabran. Les pentes du Bel Oiseau ressemblent extraordinairement, quant à leur conformation et à leur déclivité, à celles du Luisin (versant d'Emaney), et dans leur partie exposée au midi, la flore y est tout à fait comparable. Il n'en est plus de même pour Fontanabran. Vers le fond du vallon de Barberine, les pentes de la rive gauche ont une exposition franchement occidentale, aussi voyons-nous apparaître la formation de l'*Alnus viridis* jusqu'à une altitude de près de 2,000 mètres. Là, ainsi qu'on peut s'en convaincre par l'examen de la carte, la pente est interrompue par un *replat* de faible déclivité. Brusquement, la formation précédente s'arrête pour faire place, dans les portions mamelonnées, à des pelouses de gazon rare, où dominent : *Potentilla aurea*, *Plantago alpina*, *Siebaldia procumbeus*, *Chrysanthemum alpinum*, *Ranunculus montanus*, *Gaya simplex*, *Viola calcarata*, *Salix retusa*, *Trifolium alpinum*, *Luzula lutea*, *Astrantia minor*, *Phleum Micheli*, *Myosotis alpestris*, *Veronica aphilla*, etc. Les petits plateaux et les combes sont occupés par la formation de l'*Alchemilla pentaphylla*, du *Plantago alpina* et *Gnaphalium supinum*. La faible déclivité du sol, entravant le rapide écoulement des eaux et diminuant l'intensité du rayonnement solaire (1) permet à une flore subnivale de s'installer entre 2.000 et 2.100 mètres, alors qu'à cette altitude les pentes méridionales plus inclinées et formées par la même roche gneissique à 2 kilomètres de distance, sont couvertes d'une riche prairie alpine.

(1) Ce qui équivaut à une exposition défavorable.

Une pente calcaire à exposition S.-W., située à vol d'oiseau à moins d'un kilomètre, est couverte d'une vraie prairie alpine jusqu'à 2.300 m. d'altitude ; nous y avons relevé entre 1.900 et 2.300 m., sur une bande de 100 mètres de largeur, 130 espèces (1).

B. *Portions calcaires.* — Les pentes calcaires de notre territoire ont une composition florale sensiblement différente de celle des pentes gneissiques. Leur caractère différentiel résulte tout d'abord de la présence d'un certain nombre de plantes calcicoles soit exclusives soit préférentes.

Tandis que les versants gneissiques ne présentent qu'une trentaine de silicicoles exclusives, nous avons noté sur les pentes calcaires plus de 50 calcicoles, soit près du double.

D'autre part, lès stations calcaires sont moins uniformes et surtout, toutes les autres conditions extérieures étant égales, sont plus chaudes. Cet échauffement provient en grande partie, comme on le sait, de la perméabilité de cette roche et de la facilité avec laquelle elle se délite.

L'observation suivante faite sur le *Dracocephalum Ruyschianum*, montre l'importance de la perméabilité du sol vis-à-vis de son échauffement. En montant à Salanfe, j'ai rencontré cette plante en pleine floraison à la fin de juillet, sur les pentes sèches du Salantin, à 1,800 m. environ, sur du gneiss, mais grâce à la déclivité, la petite couche de terreau qui le recouvrait était très sèche. A Barberine, à la même date, je l'ai trouvée défleurie à 2,200 mètres sur une pente calcaire sèche ayant aussi une exposition méridionale, tandis qu'à 1900 m., au bas de la même pente où un terreau plus abondant entretient mieux l'humidité, la même plante était encore en bouton.

L'influence de l'exposition se fait sentir aussi d'une manière particulièrement sensible sur les versants calcaires. Ainsi, sur le versant nord des cols d'Emaney et de Barberine, à partir de 2.300 mètres, on ne rencontre plus guère que quelques rares plantes de rocailles et de rochers, mais dès qu'on a passé le sommet du col et qu'on arrive sur le versant opposé entre 2.400 et 2.500, on entre en plein dans la prairie alpine, bien que la nature du terrain soit exactement la même. Tandis que nous avons noté plus de 120 espèces sur les pentes de cornieule et de calcaire jurassique au versant

(1) P. J. et J. Am., loc. cit., p. 284.

méridional, nous n'en avons rencontré qu'une soixantaine sur les mêmes terrains du versant nord. Il est vrai que l'exposition de ce versant est des moins favorable grâce à sa proximité de la puissante masse de la Tour Salière, qui forme au-dessus de lui un véritable mur glacé.

La nature de la roche calcaire peut être aussi la cause de différences sensibles dans la composition de la flore. Ainsi, le calcaire néocomien alpin, plus foncé et se délitant mieux que l'urgonien, blanc et compact, donne une variété de stations que le tapis végétal trahit. Il en est de même pour les cornieules du trias. Il n'est pas facile habituellement de déterminer la part qui revient à la nature de ces diverses roches, attendu que leurs couches se superposent et se rencontrent en général à des altitudes ou dans des expositions et des conditions de déclivité différentes ; cependant nous pouvons donner comme termes de comparaison la liste des espèces récoltées entre le lac d'Autan et le sentier du col d'Emaney (pentes inférieures du Luisin sur Salanfe, à 2,100 mètres environ) où la cornieule et le calcaire jurassique inférieur se trouvent dans des conditions comparables.

1. Sur la *cornieule* :

Gentiana excisa f. angustifolia, Gypsophylla repens, Aster alpinus, Helianthemum oelandicum, Primula auricula, Dryas octopetala, Oxytropis montana, Salix reticulata, Lycopodium Selago, Sesleria coerulea, Sempervivum montanum, Bellidiastrum Michelii, Linum alpinum, Pedicularis verticillata, Arctostaphyllos Uva ursi, Anthyllis Vulneraria, Globularia cordifolia, Sorbus Chamaemespilus, Phaca frigida, Gentiana bavarica, Trifolium alpinum, Ranunculus alpestris, Pinguicula alpina, Pedicularis Barrelieri, Potentilla verna, Saxifraga aizoides et Aizoon, Silene acaulis, Achemilla alpina, Laserpitium latifolium, Hieracium villosum, Gentiana verna, Polygala alpestris, Nigritella angustifolia, Ajuga pyramidalis, Myosotis alpestris, Salix serpyllifolia.

2. Sur le *calcaire jurassique*, outre les précédentes :

Geum montanum, Veronica alpina, Trifolium montanum, Ranunculus montanus, Homogyne alpina, Viola calcarata, Poa vivipara, Campanula Scheuchzeri, Hieracium glanduliferum, Senecio Doronicum, Hutschinsia, alpina, Saxifraga Androsace, Gentiana brachyphylla, Cardamine alpina.

Je ne voudrais pas affirmer que ces 15 espèces doivent leur presence à la nature de la roche jurassique et ne pourraient point se trouver sur la cornieule ; il faudrait pour cela constater que la

même chose se répète dans d'autres stations où les conditions sont semblables, ce qui n'est pas toujours facile à renconter. En attendant, ces deux listes pourront peut-être servir de documents comparatifs.

En somme, la comparaison de ces pentes dont la déclivité, l'altitude et l'exposition sont si semblables, nous montre que la nature du substratum seule n'entraîne pas dans la *richesse florale* des différences bien considérables.

Afin de donner une idée de la flore des pentes calcaires et pour permettre la comparaison avec la composition florale des versants gneissiques de notre région, nous relevons la liste des espèces récoltées sur les flancs méridionaux de Gagnerie (contrefort de la Dent du Midi), entre 2.000 et 2.600 mètres.

Pentes herbeuses et éboulis de 2.000-2.200 mètres :

Coronilla vaginalis, Primula elatior, Laserpitium latifolium, Thalictrum minus, Linum alpinum, Stachys recta, Erigeron uniflorus, Gypsophyla repens, Adenostyles albifrons, Globularia cordifolia, Poa distichophylla, Rhamnus pumila, Oxytropis montana et campestris, Biscutella laevigata, Teucrium montanum, Saponaria ocymoides, Sedum dasiphyllum, Kernera saxatilis, Campanula barbata, Erinus alpinus, Teucrium Scorodonia, Senecio Doronicum, Hieracium scorsoneræfolium, Botrichium Lunaria, Leontodon hispidus, Dianthus sylvestris, Phyteuma betonicæfolia, Campanula thyrsoidea, Pedicularis Barrelieri, Linum catharticum, Aster alpinus, Onobrychis montana, Primula Auricula, Betonica hirsuta, Solidago Virgaaurea, Astrantia major, Athamantha cretensis, Pyrola minor (H. J.), Hieracium elongatum, Gaudini, pseudoporectrum (Brqt). Polygala chamaebuxus, Veronica chamaedrys, Cotoneaster vulgaris, Draba aizoides, Salix serpyllifolia, arbuscula, hastata, helvetica, Myrsinites, Lilium Martagon, Arctostaphyllos Uva ursi, Arnica montana, Rubus saxatilis, Asplenium viride, Veronica bellidioides, Aspidium Lonchitis, Lonicera cœrulea, Scabiosa lucida, Salix caprea, Sorbus chamaemespilus et aucuparia, Ajuga pyramidalis, Adenostylis albifrons et alpina, Valeriana montana, Cirsium spinosissimum, Senecio Doronicum, Sesleria cœrulea, Geranium sylvaticum, Bellidiastrum Micheli, Daphne Mezereum, Sempervivum tectorum, Anthyllis Vulneraria, Thymus serpyllum, Hieracium villosum, Plantago alpina, Saxifraga Aizoon et bryoides, Homogyne alpina, Vaccinium Martillus et uliginosum, Galium sylvestre b. anisophyllum, Viola biflora, Myosotis alpestris, Selaginella spinulosa, Thesium alpinum, Gentiana nivalis, excisa Presl., acaulis auct., verna L., brachyphylla, cam-

pestris, lutea, punctata (1) (un seul exemplaire), Ranunculus montanus, Helianthemum grandiflorum, Erigeron uniflorus, Leontodon pyrenæus et hispidus.

Sur des éboulis :

Crepis pygmaea, Salix retusa, Campanula pusilla.

Sur une pelouse fraîche :

Gaya simplex, Silene acaulis, Salix reticulata, Veronica aphylla, Polygala alpestris, Ranunculus alpestris, Viola calcarata, Gentiana bavarica Primula farinosa, Saxifraga aizoides, Bartsia alpina, Salix purpurea.

Vers 2.200 m. :

Crepis aurea, Coeloglossum viride et albidum, Potentilla salisburgensis, Cerastium arvense, Arenaria ciliata, Salix retusa, Dryas octopetala, Veratrum album (dès le bas de la pente déjà), Lotus corniculatus, Taraxacum officinale, Euphrasia officinalis, Astrantia minor ! (deux ou trois exemplaires), Viola biflora, Phyteuma betonicæfolia, Hieracium aurantiacum, Imperatoria Ostruthium, Nigritella angustifolia, Anemone vernalis, Linum alpinum, Campanula Scheuchzeri, Hippocrepis comosa.

Pelouses et éboulis depuis 2.300 m. :

Saxifraga oppositifolia, Pedicularis verticillata, Hedysarum obscurum, Pinguicula alpina, Phaca frigida, Oxytropis campestris, Astragalus alpinus, Gentiana excisa f. angustifolia, acaulis auct. type et forma alpina Vill., bavarica, brachyphylla, Potentilla aurea, Geum montanum, Arabis pumila, Antennaria carpathica, Aronicum scorpioides, Saxifraga androsace, S. atropurpurea, S. planifolia ! Carex foetida, Salix herbacea, Thlaspi rotundifolium, Cerastium latifolium, Linaria alpina, Androsace helvetica, Aconitum Lycoctum et Napellus, Anemone baldensis, Veronica fruticulosa. Helianthemum oelandicum, Androsace obtusifolia, Potentilla minima, Cherleria sedoides, Leontopodium alpinum (deux ou trois exemplaires seulement), Hutschinsia alpina, Chrysanthemum alpinum, Trifolium alpinum, Erigeron alpinus.

Comme Graminées, nous avons rencontré : Avena Scheuchzeri, Anthoxanthum odoratum, Deschampsia caespitosa, Agrostis alba et alpina, Phleum Micheli, Festuca violacea, Nardus stricta, Briza media, une Luzule : Luzula spadicea ; 3 ou 4 Carex.

Si nous ajoutons à cette liste les espèces rencontrées dans d'autres stations de la portion calcaire, nous arrivons à un total d'environ 200 espèces.

(1) Dans cette liste, comme dans les précédentes, nous ne répétons une même plante qu'autant qu'elle contribue dans des stations différentes pour une grande part à la physionomie florale.

Les principales adjonctions que nous avons à noter sont :

En montant au col d'Emaney, sur la cornieule :

Achillea atrata, Geum reptans, Draba tomentosa, Ranunculus parnassifolius.

A Barberine, sur le versant méridional, au fond du vallon :

Campanula thyrsoidea, Pedicularis foliosa, Orobus luteus, Dracocephalum Ruschyanum, Scabiosa Columbaria, Vincetoxicum officinale, Tofieldia calyculata, Paradisia Liliastrum, Calluna vulgaris, Fragaria vesca, Polygonum aviculare, Alsine verna, Geum rivale, Valeriana officinalis var. angustifolia, Ajuga reptans, Achillea atrata, Bellis perennis, Thalictrum aquilegifolium, Parnassia palustris, Orchis globosa.

Enfin, parmi les espèces rares ou à distribution localisée, nous en trouverions encore quelques-unes à ajouter à notre liste.

Comme on le voit, le nombre des espèces recueillies sur les pentes calcaires de Gagnerie est plutôt inférieur à celui du versant méridional gneissique du Luisin. Dans les deux cas la déclivité et l'exposition sont sensiblement les mêmes ; dans les deux cas, nous avons comme station, la prairie alpine, le rocher et les éboulis ; il est vrai qu'à Salanfe, nous partons de 1.900 m. tandis qu'à Emaney, c'est à partir de 1.850 m. que commence notre herborisation, mais cette différence est insignifiante.

En comparant les deux listes précédentes, on constate *qu'un tiers* seulement des espèces sont communes aux deux pentes (une soixantaine environ). Parmi celles qui sont spéciales à l'un ou l'autre versant, nous notons sur les pentes calcaires de Gagnerie une cinquantaine de calcicoles exclusives ou préférentes et sur les pentes gneissiques de Luisin (versant d'Emaney), un peu moins d'une trentaine. Toutes les autres sont considérées comme indifférentes au point de vue de la nature chimique du substratum. Leur présence ne s'explique ni par la nature de la roche, ni par l'altitude ou l'exposition. Elle doit dépendre d'une part de la concurrence qu'elles éprouvent de la part des espèces au milieu desquelles elles vivent et d'autre part peut-être de la situation acquise par suite de leur ancienne répartition.

Le point essentiel qui me paraît ressortir de cette comparaison des deux versants, c'est que la richesse florale y est à peu près égale malgré la différence du substratum.

La ressemblance que présentent ces deux versants dans leur *déclivité*, la *nature de leur station* et *leur exposition* me paraissent en être la raison.

Ces trois facteurs doivent être soigneusement envisagés lorsqu'on compare les formations florales des deux territoires. Ainsi, la pente calcaire du fond de Barberine dont nous avons déjà parlé, diffère (au point de vue de sa *richesse florale*, de ses formations et de son état d'avancement) si notablement de la pente voisine de Fontanabran, surtout grâce à son exposition et à sa déclivité continue, tandis qu'elle ne diffère guère des pentes méridionales du Bel Oiseau ou du Luisin que par sa *composition florale*. Elle est moins riche que Gagnerie par suite de la moins grande variété de ses stations, en outre, la prairie alpine qui la recouvre dans sa portion inférieure est si luxuriante que plusieurs espèces ne réussissent pas à y prospérer et sont étouffées par des espèces dominantes plus rustiques.

C'est à l'exhubérance des espèces compagnes de l'*Alnus viridis* qu'il faut attribuer la faible proportion des types alpins dans la flore du versant droit d'Emaney ; on n'y rencontre qu'un cinquième des espèces qui appartiennent à la flore alpine, les autres sont, soit des espèces ubiquistes des basses régions montagneuses, soit des espèces silvatiques.

Dans l'ensemble du territoire on peut admettre 60 calcicoles pour 30 silicoles. Nous avons pris comme guide pour la détermination de la calcicolie et de la silicolie les listes du Catalogue de Henri Jaccard. Pour le Valais tout entier il compte environ 240 calcicoles exclusives et préférentes, et environ 200 silicicoles.

III. Provenance des éléments floraux.

1° *Comparaison avec les contrées immédiatement avoisinantes.* — Pour compléter notre étude nous envisagerons encore la région alpine du Salantin, versant méridional, celle de Fénestral, de l'Alpe de Catogne, de la Croix de Fer et du col de Balme, laissant de côté la rive gauche du Trient, qui se rattache plus directement au grand massif des Alpes granitiques centrales.

Parmi les espèces de ces régions que nous n'avons pas rencontrées à Salanfe, Emaney et Barberine ou qui y sont très rares, nous citerons :

Pentes méridionales du Salantin : *Erigeron Schleicheri* et *Villarsii*, *Serratula Rhaponticum*, *Juniperus Sabina*, *Poa laxa*, *Artemisia Mutellina* et *spicata*.

A Fenestral : *Braya pinnatifida*, *Ranunculus pyrenaeus*.

Col de Balme et Croix de Fer (1) : *Arenaria biflora*, *Cerastium uniflorum*, *Geum reptans*, *Achillea nana*, *Aronicum Clusii*, *Gentiana punctata* et *tenella*, *Pedicularis rostrata*, *Chamæorchis alpina*, *Gagea minima*, *Draba frigida*, *Alsine recurva*, *Polygala alpina*, *Braya pinnatifida*, *Bupleurum ranunculoides*, *Pedicularis recutita*, *Androsace carnea*, *Carex capillaris* (Vieux Emosson), *C. brunescens*.

Sur la rive gauche du Trient, en face de Finhaut, sous Crête et à Itroz, on rencontre le *Streptopus amplexifolius* et le *Lycopodium clavatum*.

A Tête-Noire : *Sorbus scandica*.

Vers le nord et l'ouest :

A Suzanfe : *Eryngium alpinum* (indiqué aussi à Barberine et aux Vieux Emossons par Payot), *Arabis pumila*..

Au sommet du col de Tanneverge : *Androsace helvetica*, *pubescens* et *chamaejasme* (2), *Saxifraga planifolia* avec *Moehringia polygonoides*.

Fond des Vieux Emossons, Col du Genevrier, Col du Vieux. Arètes et pentes supérieures du Cheval blanc : *Saxifraga Cotyledon*, *Eryngium alpinum*, *Carex capillaris*, *Geum reptans*, *Potentilla frigida*, *Crepis pygmaea*, *Gentiana brachyphylla*, *Achillea nana*, *Campanula cenisia*, *Androsace helvetica*.

2° *Comparaison avec la flore du district savoisien.* — 1° La comparaison de notre florule avec celle du district savoisien nous montre qu'elle s'y rattache d'une façon très certaine. Cependant, nous n'y rencontrons que la moitié (15 sur 28) des plantes alpines et subalpines des Alpes septentrionales extérieures qui, d'après Briquet (3), font défaut aux Alpes granitiques centrales. Ce sont : *Sesleria coerulea* v. *calcarata*, *Athamantha cretensis*, *Lasiagrostis Calamagrostis*, *Laserpitium Siler*, *Teucrium montanum*, *Pinus mon-*

(1) En grande partie sur du calcaire liasique.

(2) Trouvée aussi au fond de Barberine sur les pentes calcaires.

(3) Briquet : *Recherches sur la flore du district savoisien et du jurassique franco-suisse.*

tana, Rhamnus pumila, Sorbus chamaemespilus, Primula auricula, Heliosperma quadrifidum, Coronilla vaginalis, Aspidium rigidum (Suzanfe), *Veronica fruticulosa, Carex tenuis, Draba tomentosa.*

Comme les 28 plantes citées par Briquet se rencontrent d'un bout à l'autre de la zone des Alpes extérieures, l'absence de la moitié d'entre elles dans le haut bassin du Trient mérite d'être relevée.

2. Sur une quarantaine d'espèces citées par le même auteur comme étant spéciales, soit au district franco-suisse, soit au district savoisien, soit aux deux à la fois, mais manquant aux Alpes granitiques centrales ou y étant très rares, nous en trouvons la moitié également, soit une vingtaine, sur notre territoire. Ce sont : *Carduus defloratus, Erinus alpinus, Arctostaphylos alpina, Carex sempervirens, Carex ferruginea, Asplenium viride, Eryngium alpinum, Gentiana angustifolia, Ranunculus alpestris, Arabis cœrulea, Viola cenisia, Androsace chamaejasme, Achillea atrata, Pedicularis Barrelieri, Crepis pygmaea, Anemone narcissiflora, Arenaria ciliata, Anemone baldensis, Ranunculus parnassifolius.*

La plupart sont calcicoles !

3. Parmi les types alpins, répandus depuis la Grande-Chartreuse, dans les Alpes extérieures, mais qui manquent au Jura, nous en relevons 26 sur 40, soit les 2/3, dans le haut bassin du Trient (rive gauche), tout en y constatant l'absence curieuse des deux espèces suivantes : *Sempervirum arachnoideum* et *Scutellaria alpina.*

4. Sur les 24 espèces ayant leurs stations initiales dans le sous-district des Bauges, 14, soit un peu plus de la moitié, se rencontrent dans notre territoire. Trois espèces y ont leur terminus.

5. Sur les 92 initiales du sous-district d'Annecy, 64, soit plus des 2/3, se rencontrent dans notre territoire. Dans ce même sous-district 11 espèces y ont leur terminus.

6. Dans les Alpes lémaniennes, nous trouvons 20 initiales dont 10, soit la moitié, se trouvent dans le haut bassin du Trient, ce sont : *Silene alpina, Saxifraga aspera, S. bryoides, Achillea atrata, Androsace chamaejasme, Luzula lutea, Carex capillaris, Carex frigida, Trisetum subspicatum, Salix arbuscula.*

Par contre 13 espèces y ont leur terminus (1).

(1) Briquet : (*Recherches....*, p. 39, en indique 14 en comprenant le *Sorbus scandica*, mais cette espèce a été trouvée dans les districts 1, 2 et 3 du Valais).

Nous tirons les indications précédentes de l'important mémoire de M. Briquet : *Recherches sur la flore du district savoisien et du district jurassique franco-suisse*, ainsi que de son étude sur la flore du massif de Platé.

Pour indiquer la distribution, en Valais, des plantes qui nous intéressent, nous suivons la division en 4 districts, établie par Henri Jaccard dans son catalogue. District 1 : rive gauche du Rhône jusqu'à Martigny et au col de Balme ; District 2 : chaîne bernoise jusqu'à l'Aletsch ; District 3 : Alpes pennines jusqu'au Simplon ; District 4 : le haut-Valais depuis le Simplon et l'Aletsch.

3° *Plantes de la portion gneissique de notre territoire.* — Sur les deux cents et quelques plantes que nous avons recueillies sur les portions gneissiques, presque un quart appartiennent à la flore silvatique ; elles occupent la partie la plus inférieure des versants nord, où règne une humidité et une fraîcheur qui leur convient. Cet élément là est d'introduction relativement récente.

Plus de la moitié de celles qui restent sont plus ou moins répandues dans toute la région subalpine. Il y en a donc environ 1/4 (une cinquantaine à peu près), qui appartiennent en propre à la flore alpine. Sur ce nombre une vingtaine rentrent dans les 26 plantes indiquées par Briquet (1) comme caractéristiques pour la région alpine et subalpine supérieure des Alpes granitiques centrales. Ce sont : *Saxifraga Cotyledon*, *Primula hirsuta All.*, *Serratula Rhaponticum*, *Braya pinnatifida*, *Arenaria biflora*, *Bupleurum stellatum*, *Senecio incanus*, *Achillea nana*, *A. moschata*, *Silene exscapa*, *Potentilla frigida*, *Androsace carnea*, *Gentiana brachyphylla*, *Carex brunescens*, *Salix glauca*, *helvetica* et *Myrsinites*, *Juncus triglumis* et *trifidus*, *Poa laxa*.

La plupart de ces plantes sont rares dans la région qui nous occupe, elles n'apparaisssent que dans un petit nombre de stations et ne contribuent guère à donner un cachet à la physionomie florale.

Chose curieuse, j'ai recueilli 4 de ces espèces sur la portion calcaire *sans avoir réussi à les rencontrer sur le terrain siliceux !* sauf *Salix Myrsinites*. Ce sont : *Salix helvetica*, *S. Myrsinites*, *S. glauca* et *Gentiana brachyphylla*. Qu'elles se trouvent sur la portion siliceuse

(1) *Recherches*, p. 11 et 12.

c'est possible, même probable; en tout cas il était intéressant de montrer leur extension sur le terrain calcaire.

Il n'est pas douteux que ces vingt espèces, qui toutes s'étendent sur le versant méridional des Alpes, sont venues du sud et occupent dans le haut bassin du Trient des stations extrêmes. On remarque du reste que leur densité augmente lorsqu'on s'avance vers le sud. La démonstration de cette origine méridionale a été faite avec beaucoup de précision, en particulier parmi les plantes de notre liste pour *Senecio incanus*, *Viola cenisia* et *Braya pinnatifida* par Chodat (1). Il serait superflu et hors du cadre de cet article d'étendre cette démonstration aux autres espèces.

M. Briquet (2) admet également ce passage du sud au nord pour les éléments austro-occidentaux du Valais.

Je m'étonne pour ma part de voir un botaniste de la valeur de M. Briquet, recourir à une hypothèse compliquée pour expliquer la présence sur le Flysch de Platé de la moitié des 26 plantes qu'il considérait jusqu'alors comme exclusives aux Alpes granitiques centrales (3). La conséquence logique de sa théorie du filtre (4) serait la présence sur tous les îlots de flysch qui s'étendent en une bande disloquée des Bauges au Rhône à travers la Haute-Savoie, d'une partie au moins des plantes en question. Or, d'après M. Briquet lui-même, il n'en est rien.

La Tarentaise présente des particularités analogues à celles du Flysch de Platé; nous y trouvons, au milieu d'une flore dont le fond ne diffère pas sensiblement de celui de la flore du district savoisien, un certain nombre de types de la chaîne centrale. Le terrain qui leur donne abri est surtout le permien, dont les couches fortement métamorphiques sont très siliceuses.

(1) R. Chodat: *Remarques de géographie botanique* (Bull. de la Soc. bot. de France, t. 41, 3ᵉ série, 1894, p. CCCI).

(2) J. Briquet : *Recherches.....*, page 51.

(3) J. Briquet : *Note sur la flore du massif de Platé*, 1895, p. 52.

(4) « Avant d'atteindre la zone granitique qui n'apparait qu'au fond de la vallée de l'Arve, la flore immigrante a dû franchir le district savoisien. Ce district possédant de nombreux terrains siliceux, les couches en question ont dû, comme un filtre, retenir au passage une quantité d'espèces silicicoles et s'enrichir d'autant » (*Recherches....*, p. 42). « Quatorze espèces qui passaient jusqu'alors pour spéciales à la zone granitique centrale se rencontrent sur le Flysch de Platé.... Ce fait important vérifie aussi d'une façon éclatante le rôle de filtre que nous avons attribué aux terrains siliceux des préalpes lors de l'immigration postglaciaire de notre flore alpine » (*Notes sur la flore de Platé*, p. 51).

Plus l'on se rapproche de la zone cristalline, plus le nombre de ces espèces augmente ; au col de la Vannoise on en compte plus de 15, ainsi que j'ai pu m'en rendre compte dans une excursion que je fis dans cette région, il y a cinq ans, en compagnie de M. E. Wilczek (1), en passant de la vallée du Doron dans celle de l'Arc.

En somme, sur toute la portion des Alpes calcaires septentrionales *qui confine aux Alpes depuis la haute vallée de l'Isère au massif du Mont Blanc*, on peut s'attendre à rencontrer les éléments floraux caractéristiques des Alpes granitiques partout où les terrains sédimentaires sont suffisamment siliceux.

Or, un simple coup d'œil jeté sur la carte géologique de France nous montre le développement relativement considérable de ces terrains formés surtout par le houiller, le permien, qui y est très métamorphique, et le flysch, auxquels s'ajoutent les arkoses et quartzites du Trias.

Nous voyons le flysch affleurer sur presque la moitié du territoire du Chablais et du Faucigny, formant, outre une partie du massif de Platé, une large bande de Samoens au val d'Illier, nous le retrouvons abondamment représenté dans les vallées de Saint-Jean d'Aulph et celle d'Abondance, et dans celle de Boëge.

Plus au sud, le même terrain joue un rôle prépondérant dans la structure géologique superficielle entre Cluses, Thônes et Faverge, puis se rencontre encore près de Chambéry et de Saint-Jean de Maurienne.

Le terrain carbonifère forme également une bande presque continue depuis le coude du Rhône à la vallée de l'Arve, il se retrouve à Tanninge dans la vallée de Sixt, puis, en quantité beaucoup plus importante, dans la Tarentaise et la Maurienne, où il est souvent en contact avec le permien.

Ceci posé, il me paraît n'y avoir plus de raisons sérieuses pour séparer, au point de vue floral, la haute vallée de l'Isère du reste du district savoisien. Il est certain que par les cols du Petit Saint-Bernard et du Cenis, cette région se relie facilement à la haute

(1) Les résultats de notre herborisation concernant le col de la Vannoise ont été consignés par M. Wilczek dans le *Journal de Botanique*, numéro du 16 décembre 1893. Voir également à ce sujet : *Excursions botaniques dans les hautes vallées de la Tarentaise*, par le Père P. Gave (Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de la Savoie, 1895).

vallée d'Aoste et à celle de Suze, mais si l'on envisage le fond de sa flore alpine et subalpine supérieure on voit qu'elle ne diffère guère de celle du district savoisien. A part les types piémontais qui se rencontrent au voisinage de la frontière sur des terrains appropriés, la plus grande partie des éléments floraux est identique.

Dans la région qui nous occupe, la bande triasique considérée par Briquet comme formant la limite méridionale des Alpes lémaniennes au point de vue floral, constitue moins une limite d'extension florale qu'une limite pour certaines associations florales, caractéristiques des régions gneissiques et granitiques. En somme *il n'y a guère qu'une douzaine d'espèces de part et d'autre qui ne franchissent pas cette limite*, soit vers l'ouest pour les espèces de la haute chaîne des Alpes, soit vers l'est et le sud pour les espèces des Alpes lémaniennes.

IV. CONDITIONS QUI ONT PRÉSIDÉ A L'IMMIGRATION POST-GLACIAIRE DE LA FLORE DU HAUT BASSIN DU TRIENT.

Dans les quelques considérations qui suivent nous distinguons dans le repeuplement floral de notre région trois phases.

Première phase. — La première phase comprend l'installation de la flore des moraines et des hauts rochers.

Au point de vue qui nous occupe, et du moment que nous n'envisageons que la flore alpine, il nous importe peu qu'il y ait eu, une, deux ou trois périodes glaciaires. Nous prenons comme point de départ le moment où le haut bassin du Trient a été définitivement abandonné par les glaciers, du moins dans la région occupée maintenant par la végétation.

Au début, le territoire abandonné par la glace était recouvert de puissantes moraines provenant surtout des assises disloquées de la chaîne calcaire. Les chaînons latéraux eux-mêmes ont pu fournir aux moraines des éléments calcaires, car les derniers vestiges de cette roche se rencontrent encore au sommet du Luisin, et nous font supposer que les masses de gneiss qui séparent nos trois vallons furent surmontées de couches calcaires plus ou moins érodées jusqu'à la fin de la période glaciaire probablement. En tous

cas, on peut admettre qu'au début, les moraines qui tapissaient les flancs de Salanfe, Emaney et Barberine et qui descendaient jusqu'à la grande coupure du Rhône, présentaient une prépondérance de l'élément calcaire.

A ce moment, la première voie ouverte à l'immigration, fut celle de la vallée du Rhône valaisan. En effet, tandis que le front du grand glacier avait déjà franchi au retour la cluse de St-Maurice, les glaciers de la Dent du Midi au Buet devaient s'étendre encore fort au-dessous de leur base actuelle, d'autant plus que toute cette chaîne devait avoir une altitude sensiblement supérieure à celle qu'elle possède de nos jours.

Le vallon de Suzanfe, resserré au pas d'Ancel (fente étroite au milieu d'un éperon rocheux), resserré au col de Sageron qui, maintenant encore, est d'un accès difficile et isolé du bassin de Salanfe par le col de Suzanfe, resta longtemps occupé par les glaciers du Mont Ruan et de la Dent du Midi, coupant ainsi toute communication avec le val d'Ililer et de la haute Dranse.

Le petit vallon des Vieux Emossons devait être dans le même cas. Quant au col de Tanneverge, grâce à sa configuration, il n'a sans doute constitué à aucune époque une voie d'accès facile pour la végétation.

En tout cas, l'accès par le val d'Illiers et par les hautes vallées de la Dranse savoisienne et du Giffre n'a pu se faire que relativement tard.

Le col du Jorat lui-même, malgré son altitude plus basse, environ 2.300 m., est trop resserré entre la Dent du Midi et le Salantin, pour avoir été de bonne heure accessible, d'autant plus que le glacier de Plan Névé, dont on voit surplomber la tranche depuis le vallon de St-Barthélemy, persista longtemps sur le flanc oriental de Gagnerie. Donc, à l'origine, le passage depuis St-Maurice fut sans doute impraticable.

Reste la vallée de l'Arve, séparée de celle du Trient par un seuil de 1.400 mètres d'altitude seulement. Mais à l'époque où nous sommes, les formidables glaciers de la chaîne du Mont-Blanc qui, à l'heure actuelle, descendent encore jusqu'à 1.000 m., durent fermer complètement ce passage. De même, le glacier du Trient barrait le col de la Forclaz.

Comme le prouve la présence de gros blocs granitiques à Mon-

they, à 50 m. environ au-dessus du thalweg actuel de la vallée du Rhône, le gros travail d'érosion était réalisé avant la dernière grande extension glaciale ; il ne restait donc comme première voie d'immigration que les pentes orientales sur lesquelles se trouve aujourd'hui Salvan, les pentes méridionales du Salantin et du Luisin, les terrasses supérieures du Trient formant plateau par Gueuroz, les Jeurs et Finhaut.

La flore qui, durant toute la période de grande extension, a dû subir le moins de changements, c'est évidemment la flore des moraines et celle des hauts rochers et pelouses alpines. Pour ces plantes, les stations n'ont en somme jamais fait défaut, en sorte que, lors du retrait, ce sont les premières qui ont été prêtes à repeupler les pentes devenues libres. Il est donc fort probable que la plupart d'entre elles sont d'origine préglaciaire, et s'il est vraisemblable qu'un certain nombre de types de la flore préglaciaire n'aient pas survécu, le déficit n'atteignit sans doute guère la flore des moraines et des hauts rochers.

La distinction entre calcicoles et silicicoles devait exister préglaciairement déjà dans la flore morainique, et ces deux types de plantes durent facilement trouver leur substratum préféré dans les moraines qui s'avancèrent avec le grand glacier. Ces moraines formèrent comme un prolongement de stations jusqu'alors restreintes à telle ou telle vallée. Il ne paraît pas que la réunion sur un territoire commun de toutes ces stations ait entraîné un mélange des éléments calcicoles et des éléments silicicoles ; chacun d'eux dut garder ses positions. Mais, lors du retrait, certains territoires cristallins (comme celui qui nous occupe) étant presque complètement recouvert par les moraines calcaires (grâce à la position des couches calcaires par rapport aux assises gneissiques), l'élément silicicole morainique et nival ne put s'y introduire, bien qu'il ait pu y exister peut-être antérieurement (grâce aux connexions plus étroites avec la zone granitique avoisinante), à un moment où le territoire était moins morcelé par l'érosion. Plus tard, l'extension des prairies subalpines et celle de la flore silvatique constituant une barrière infranchissable aux espèces morainiques, cette exclusion a pu devenir définitive. C'est ainsi que je m'explique l'absence, sur la portion cristalline de notre région, des *Callianthemum rutæfolium* et *Artemisia glacialis* qui se retrouvent en Tarentaise, du

Thlaspi corymbosum, des *Cerastium uniflorum* et *filiforme*, de l'*Eritrichum nanum*; celle du *Draba Zahlbruckneri*, celle de l'*Herniaria alpina* peut-être, et de quelques autres qui se trouvent répandues à peu de distance de notre région. On peut peut-être expliquer de la même manière la grande rareté des *Achillea moschata* et *nana* et sans doute encore celle d'autres plantes silicicoles non morainiques (1).

Bien des vicissitudes cependant étaient réservées à ce premier repeuplement. Les moraines latérales, déposées sur les flancs des montagnes, résistaient mal à l'érosion et ne durent pas de longtemps permettre l'établissement de stations durables; aussi, la distribution de cette première flore a-t-elle dû subir de fréquents changements.

Deuxième phase. — Le retrait continue; la même voie d'immigration se maintient longtemps encore permettant aux éléments subalpins de monter à l'assaut des parties laissées libres et de s'installer dans leurs stations appropriées. A ce moment là l'extension des moraines calcaires limitait peut-être encore d'une façon sensible les stations accessibles aux éléments silicicoles des prairies alpines et subalpines.

Puis vint le dégagement plus complet correspondant à la période xérothermique. A ce moment-là, l'élément alpin a dû se retirer dans les régions supérieures, les cols de la chaîne Dent du Midi-Buet, se sont ouverts à l'immigration occidentale d'une flore essentiellement calcicole à éléments alpins et subalpins.

L'expression xérothermique ne caractérise en somme que le climat régnant dans les portions basses du pays; la région alpine conserva certainement alors plus ou moins son humidité habituelle, et dut à cet égard se rapprocher des conditions climatologiques préglaciaires. En tout cas, pour cette zone d'altitude du moins, on n'a pas de raison d'admettre la création ou l'immigration post-glaciaire d'une flore bien différente de celle qui s'y trouvait avant la grande extension.

(1) Il est en tout cas curieux de comparer cette absence presque complète d'espèces silicicoles, morainiques ou nivales dans notre région aux nombreux types calcicoles, tels que : *Ranunculus parnassifolius*, *Viola cenisia*, *Cerastium latifolium*, *Crepis pygmaea*, *Campanula cenisia*, *Thlaspi rotundifolium*, pour ne citer que les plus caractéristiques.

Tandis que ce dégagement permettait à l'élément calciphile venu d'occident de s'installer dans le fond de nos trois vallons, il favorisait l'immigration orientale et l'ascension de la forêt d'Arolles et de Mélèzes entraînant avec elle une flore silvatique essentiellement formée d'éléments des régions basses auxquelles s'adjoignirent quelques formes subalpines venues d'en haut.

Nous avons la preuve que ces forêts ont, à un moment donné, envahi la plus grande partie de notre territoire, refoulant la flore alpine et celle des prairies subalpines dans les portions les plus élevées, et constituant pour l'immigration orientale des types des Alpes centrales un obstacle presque infranchissable.

C'est pendant cette période xérothermique que s'effectue sur le versant nord des Alpes le retour d'une série de formes qui ne s'étaient conservées que sur le versant sud de la grande chaîne, dans le Piémont, la Lombardie, etc. Telles sont *Braya pinnatifida*, *Senecio incanus*, *Viola cenisia*, plusieurs Armoises et Achillées, etc.

L'apparition de ces types sur notre territoire *doit être assez récente*, car tous occupent des stations très restreintes et y sont représentés par un petit nombre d'individus.

Troisième phase. — La phase actuelle commence à partir du moment où le travail de l'érosion et l'enlèvement des matériaux glaciaires ont atteint sensiblement leur état actuel.

Le substratum n'est plus constitué sur les flancs des montagnes et des vallées par des matériaux erratiques plus ou moins mélangés, mais, dans la plus grande partie du territoire, par l'affleurement même de la roche sous-jacente.

C'est à ce moment seulement que s'établit entre la portion calcaire et la portion gneissique, ce contraste frappant, d'ailleurs moins caractérisé par la présence de types spéciaux exclusifs que par les associations et les formations végétales qui les recouvrent, ainsi que nous l'avons fait remarquer déjà.

Néanmoins, c'est à ce moment que les éléments calciphiles se sont localisés plus particulièrement sur les versants calcaires et les silicoles sur les versants siliceux. Cette séparation n'est même pas terminée et nous voyons s'épanouir sur des pentes complètement gneissiques, des colonies calciphiles occasionnées par les débris de moraines calcaires, encore respectées par l'érosion, ou,

sur des prairies alpines à substratum siliceux, mais exposées au ruissellement de filets d'eaux calcaires.

Certains sommets, actuellement entièrement siliceux, comme les chaînes du Bel-Oiseau, de Fontanabran et du Perron, ont pu être recouvertes d'ailleurs jusqu'à une époque récente, ainsi que nous l'avons vu, de masses calcaires, alimentant de leurs débris et de leurs eaux de ruissellement les flancs siliceux, situés plus bas.

Il est certain qu'une partie des différences que l'on observe dans la répartition des plantes *indifférentes*, au point de vue chimique, dépend de la nature des stations où elles se trouvent, mais il est probable que pour nombre d'entre elles, les causes de leur distribution actuelle sont anciennes et ne se trahissent plus de nos jours.

Comme nous l'avons montré pour plusieurs plantes et associations de notre territoire, l'exposition, la nature du sous-sol, sa déclivité surtout, jouent un rôle prépondérant. Or, depuis la fin du glaciaire jusqu'à nos jours, ces conditions-là ont certainement varié dans une notable mesure, de sorte que les associations dominantes, la composition florale, pouvaient avoir un autre caractère. Pour beaucoup d'espèces, la dispersion actuelle représente un état d'équilibre entre leur ancienne distribution, conséquence de conditions disparues, et l'ensemble des conditions actuelles y compris la concurrence des espèces nouvellement établies.

Nous constatons là en petit une relation du même ordre que celle qui ressort de l'étude de la distribution actuelle des familles végétales à la surface du globe, comparée de leur ancienne extension.

V. REMARQUES BIOLOGIQUES.

Un certain nombre de plantes indiquées comme calcicoles ont été trouvées sur terrain gneissique (1). Dans les indications qui vont suivre, nous ferons abstraction des colonies de calcicoles installées en plein versant gneissique et dont nous avons déjà parlé précédemment.

(1) Les essais sur place au moyen de l'acide chlorhydrique ne donnèrent jamais d'effervescence.

Inversement certaines plantes indiquées comme silicicoles se sont rencontrées sur terrain calcaire. A ce propos nous rappelons que la dispersion des restes morainiques peu apparents, ainsi que les dernières traces de certains terrains dont la plus grande partie est enlevée par l'érosion, peuvent souvent modifier la nature chimique du substratum sans qu'il soit possible de s'en rendre compte par un examen superficiel.

Espèces calcicoles. — *Ranunculus alpestris* : abondant sur les pentes de gneiss le long des gorges d'Emosson à Barberine ; sur le gneiss à gauche du col en descendant sur Barberine, 1.900 m.; pentes nord du Perron et du Luisin, sur gneiss, 2.500 à 2.600 m. et plusieurs autres stations où des apports calcaires étaient visibles. *Botrychium Lunaria*, sur gneiss aux Vieux Emossons, et sur les flancs du Luisin sur Emaney. *Astrantia major*, sur gneiss, à l'entrée du vallon de Salanfe. *Anemone narcissiflora*, *Polygonatum verticillatum* et *Trifolium Thallii*, sur les pentes de gneiss du Luisin sur Emaney.

Espèces silicoles. — *Nardus stricta*, *Gentiana punctata*, *Hieracium aurantiacum*, *Astrantia minor*, *Trifolium alpinum*, sur les pentes calcaires de Gagnerie ; cette dernière espèce en outre sur la cornicule des environs du lac d'Autan (pentes du Luisin sur Salanfe). *Gentiana brachyphylla*, sur Gagnerie, et au pied de la Tour Salière sur calcaire jurassiques.

Espèces indifférentes. — Un certain nombre d'espèces en général indifférences n'ont été trouvées que sur calcaire dans la région qui nous occupe ; ce sont : *Salix reticulata*, *glauca*, *hastata*, *arbuscula*, *helvetica*, *retusa*, *serpyllifolia* et *caprea*, et *Gentiana verna*.

Outre cette prédominance des *Salix* sur les pentes calcaires, j'ai été frappé également du nombre des Gentianes qu'on y rencontre. Dans une simple promenade depuis les châlets jusque sur les flancs de Gagnerie entre 2.000 m. et 2.300 m., nous avons recueilli, M. Rittener et moi, 11 espèces de ce genre. Ce sont : Dans la partie inférieure, côte à côte : *G. punctata* et *G. lutea* (de la première, *un seul pied*); puis, presque mélangées, *G. verna* et *brachyphylla*, *nivalis* et *campestris* ; dans des endroits frais. *G. bavarica*, indiquée comme silicicole préférente ; enfin, *Gentiana acaulis* auct., *excisa* Presl., *alpina*, indiquée comme var. *alpina* de *G. excisa* Presl., par Vill., et que nous proposons, M. Rittener et moi, d'élever au rang

d'espèce pour les raisons que nous indiquons dans les *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève,* numéro de septembre 1898. A quelques pas des chalets, sur des alluvions contenant sans doute un peu de silice, on peut cueillir en outre *G. purpurea*, ce qui porte à 12 le nombre des espèces de ce genre pour une surface de 1.000-1.500 mètres carrés.

VI. — PLANTES OU STATIONS NOUVELLES POUR NOTRE RÉGION (1).

Carex microglochin.— Vallon de Barberine, Tourbière d'Emosson.

C. pauciflora. Id.

C. echinata β *grypus.* — Tourbières des flancs du Perron.

C. brunescens. — Pentes de la Rebarmaz.

C. bicolor. — Marais tourbeux à Barberine, c. 1,850 m.

Aquilegia alpina.—Pentes de Fontanabran (gneiss) sur Barberine.

Androsace carnea. — Pentes du Luisin sur Emaney.

Saxifraga Aizoon-Cotyledon. — Entrée du vallon d'Emaney, et gorges de Barberine.

Saxifraga planifolia. — Pentes calcaires de Gagnerie.

Geum reptans. — Col d'Emaney sur calcaire.

Potentilla minima. — Pentes calcaires de Gagnerie et des Vieux-Emossons.

Streptopus amplexifolius. — Pentes gneiss du Luisin sur Emaney.

Gentiana brachyphylla. — Sur pentes calcaires de Gagnerie et calcaire jurassique au pied de la Tour Salière.

Gentiana punctata et *G. alpina.* — Quelques stations nouvelles.

Veronica spicata. — Entrée du vallon de Salanfe sur gneiss, 1.900 m.

Hieracium aurantiacum. — Pentes du Bel-Oiseau sur Barberine (gneiss); pentes du Luisin sur Emaney, gneiss et pentes de Gagnerie sur calcaire.

Buphthalmum salicifolium. — Sur gneiss, à l'entrée du vallon de Salanfe, 1.800 m.

(1) Nous nous basons particulièrement pour établir cette liste sur les indications du Catalogue de la flore valaisanne, 1895, par Henri Jaccard.

Senecio incanus. — Pentes du Luisin sur Emaney (gneiss).
Artemisia Mutellina. Id.
Achillea moschata. Id.
Serratulla Rhaponticum. Id.
Saussurea alpina. Id. sur Salanfe, c. 1,900 mètres
Artemisia spicata. Id. Vieux-Emossons.

Cette liste de 24 plantes ou stations nouvelles pour un territoire aussi exploré et fréquemment visité, nous montre avec quelle prudence il faut se prononcer sur les caractères négatifs d'une région au point de vue floral.

VII. — RÉSUMÉ ET CONCLUSION

En résumé, la région que nous venons d'étudier est particulièrement propre à mettre en relief l'action tant biologique que géographique des divers facteurs qui influent sur la répartition des espèces alpines.

1° Grâce aux conditions extrêmement variées qui s'y rencontrent, la comparaison des portions du territoire différentes par leur *exposition*, leur *déclivité* ou la *nature physique ou chimique du substratum*, permet d'en déduire l'action spécifique de ces divers facteurs.

Nous avons vu, dans certains cas, l'influence de l'exposition l'emporter sur la nature chimique du substratum ; dans d'autres cas, la déclivité suffire à elle seule à déterminer le passage brusque d'une formation à une autre.

2° L'action des facteurs que nous venons de nommer influe *directement* sur l'établissement de telle ou telle formation, et *indirectement* en favorisant certaines associations végétales dont les éléments, grâce à leur étroite adaptation aux conditions particulières qu'ils rencontrent, étouffent nombre de concurrentes moins robustes.

3° En ce qui concerne la provenance des éléments floraux, l'examen de nos listes de plantes nous montre que le fond de la végétation alpine est semblable à celui du district savoisien.

4° La séparation tranchée entre le terrain calcaire et le terrain gneissique ne constitue pas une limite absolue à l'extension des types lémaniens et des types des Alpes centrales. Quelques-uns de

ces derniers se rencontrent à Sallanche sur des calcaires jurassiques et crétaciques, mais un plus grand nombre se rencontrent à la lisière sud de la zone septentrionale extérieure, sur des terrains siliceux formés par le flysch, le houiller ou le permien; de même, des éléments caractéristiques pour la zone septentrionale extérieure pénètrent sur les portions calcaires de la haute chaîne alpine.

5° A ce propos, nous avons montré le non fondé de la théorie des *filtres* de M. Briquet et admis le passage par le plus court chemin des éléments caractéristiques d'une zone dans l'autre, chaque fois que, à proximité de la limite de séparation, un terrain favorable et les conditions de migration rendirent la chose possible.

6° Dans l'immigration post-glaciaire de la flore du haut bassin du Trient, nous avons établi trois phases :

1. Une *immigration par voie orientale* de la flore nivale et morainique, ainsi que de celles des hauts rochers et pelouses.

2. Une *immigration occidentale* d'éléments alpins et subalpins résultant du dégagement des glaces pendant une période plus chaude (période xérothermique). En même temps extension altitudinaire des forêts de Mélèze et d'Arolles *sur les flancs orientaux* de la région, refoulement partiel de la flore alpine et installation d'une flore silvatique formant barrière pour l'immigration *orientale* de types alpins.

3. *Période actuelle* caractérisée dès le début par un abaissement dans la limite des forêts et des éléments silvatiques et par la disparition de plus en plus complète des dépôts morainiques, permettant à la végétation d'acquérir sa distribution actuelle.

***

Nous avons cherché à faire une analyse aussi serrée que possible des causes anciennes et actuelles qui ont agi sur la distribution et la composition du tapis végétal de notre petite contrée. Il était nécessaire pour cela de faire beaucoup de statistique florale, ce qui, au premier abord, paraît toujours fastidieux dans un mémoire.

Nous pensons qu'une série de monographies analogues, répétées dans divers points des Alpes et du Jura, constitueraient des bases

fort utiles pour établir une théorie générale de la distribution de la flore alpine et de ses origines.

Il faut regretter que, jusqu'ici, un si grand nombre de matériaux aient été recueillis dans un but purement systématique et ne puissent fournir, au point de vue biologique et géobotanique, que des renseignements insuffisants.

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 *(Suite)*.

Sachs a proposé en 1874 le nom d'*idioblastes* pour les éléments histologiques qui se rencontrent dans les tissus végétaux où ils se distinguent nettement des cellules voisines par leur contenu ou leur forme spéciale ; dans cette catégorie il faisait rentrer les cellules sécrétrices à contenu résineux, gommeux, etc..., les lithocystes (raphides, cystolithes), les cellules scléreuses à membrane très épaissie, les trichoblastes tels que les poils internes étoilés des *Nuphar* ; F. Cavara (1) reprend en particulier l'étude des éléments scléreux qui impriment un caractère si particulier à la famille des Ternstrœmiacées, en se limitant à la tribu des Camelliées, c'est-à-dire aux deux genres *Thea* et *Camellia;* l'auteur étudie successivement la distribution de ces cellules dans les plantes en question et le développement des diverses parties dont elles sont constituées (fig. 15 à 18).

Tous les organes végétatifs et presque tous ceux de la fleur présentent de semblables éléments ; la racine en offre dans le parenchyme cortical sous forme de cellules très allongées parallèlement à l'axe de la racine et sans ramifications. Dans la tige, surtout dans la moelle, et dans la feuille on trouve des idioblastes très comparables, à ramifications nombreuses et irrégulières, pouvant varier de forme suivant les régions, différents par exemple dans le tissu marginal des fleurs, mais présentant en somme des caractères généraux très constants.

Les sépales n'en contiennent que faiblement développés ; chez les *Thea* on n'en observe plus dans les pétales qui peuvent au contraire en présenter chez les *Camellia ;* ce n'est qu'exceptionnellement qu'on en remarque dans les étamines des *Thea*, autour du faisceau du connectif ; les étamines des *Thea* sont cependant plus petites que celle des *Camellia* où ces éléments font défaut. Ces idioblastes apparaissent successivement dans le pistil quand celui-ci se transforme en fruit ; il en est de même dans le tégument de la graine.

L'auteur distingue trois sortes d'idioblastes : 1° ceux qui ont un accroissement propre ; 2° ceux qui possèdent un accroissement limité ; 3° les cellules scléreuses ; les premiers sont répartis dans tous les organes végétatifs, les enveloppes florales et exceptionnellement dans les organes sexuels ; les seconds se rencontrent dans le liber primaire

(1) F. Cavara : *Contributo alla morfologia ed allo sviluppo degli idioblasti delle Camelliee.* (Atti dell' Ist. Bot. di Pavia. Sér. II, Vol. IV, 1895, 27 p., 2 pl.).

de la tige et des rameaux ; les cellules scléreuses forment un revêtement de protection autour de la graine.

Les idioblastes à accroissement propre sont caractérisés par une extensibilité remarquable de leur membrane au début de leur développement et une activité extraordinaire du protoplasma qui est essentiellement constitué de cytoplastine ; le noyau de ces éléments acquiert de grandes dimensions et présentent d'une façon très constante le phénomène de la *chromatolyse* ; la chromatine se rassemble en un corps sphérique central qui diminue au fur et à mesure que la membrane s'épaissit ; ce phénomène s'observe encore dans les idioblastes de la seconde catégorie, mais non plus dans les cellules scléreuses.

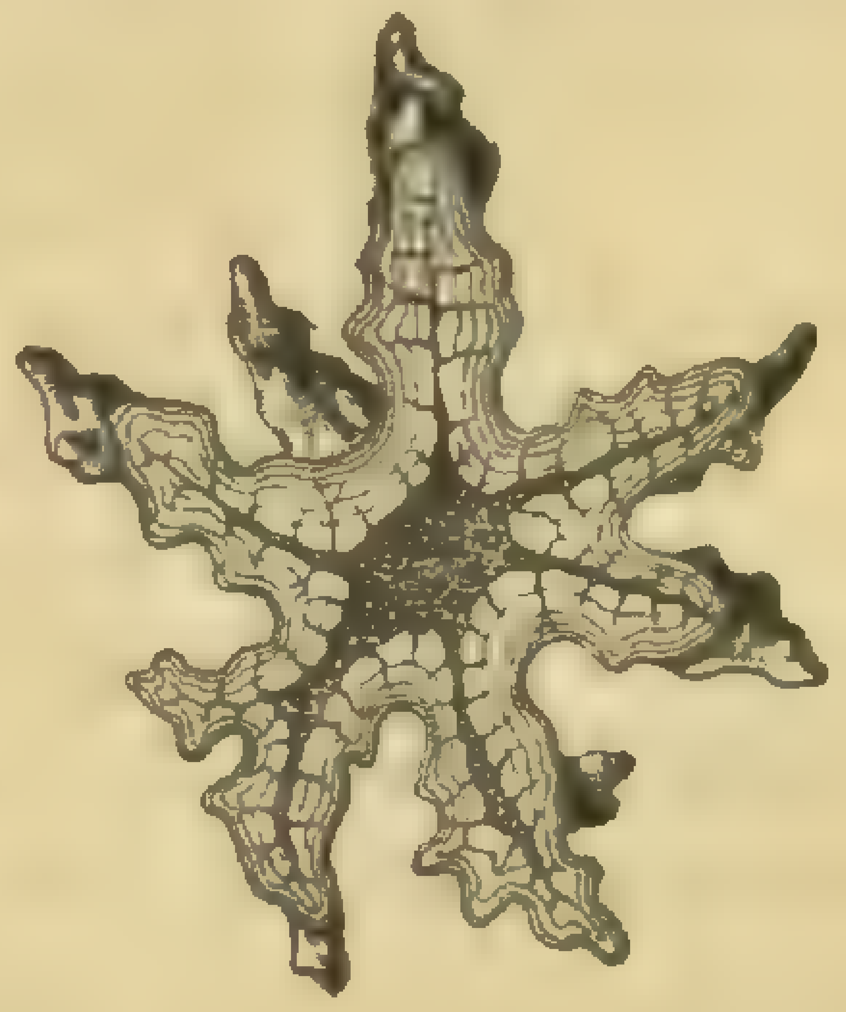


Fig. 15. — Idioblaste du *Camellia japonica*.

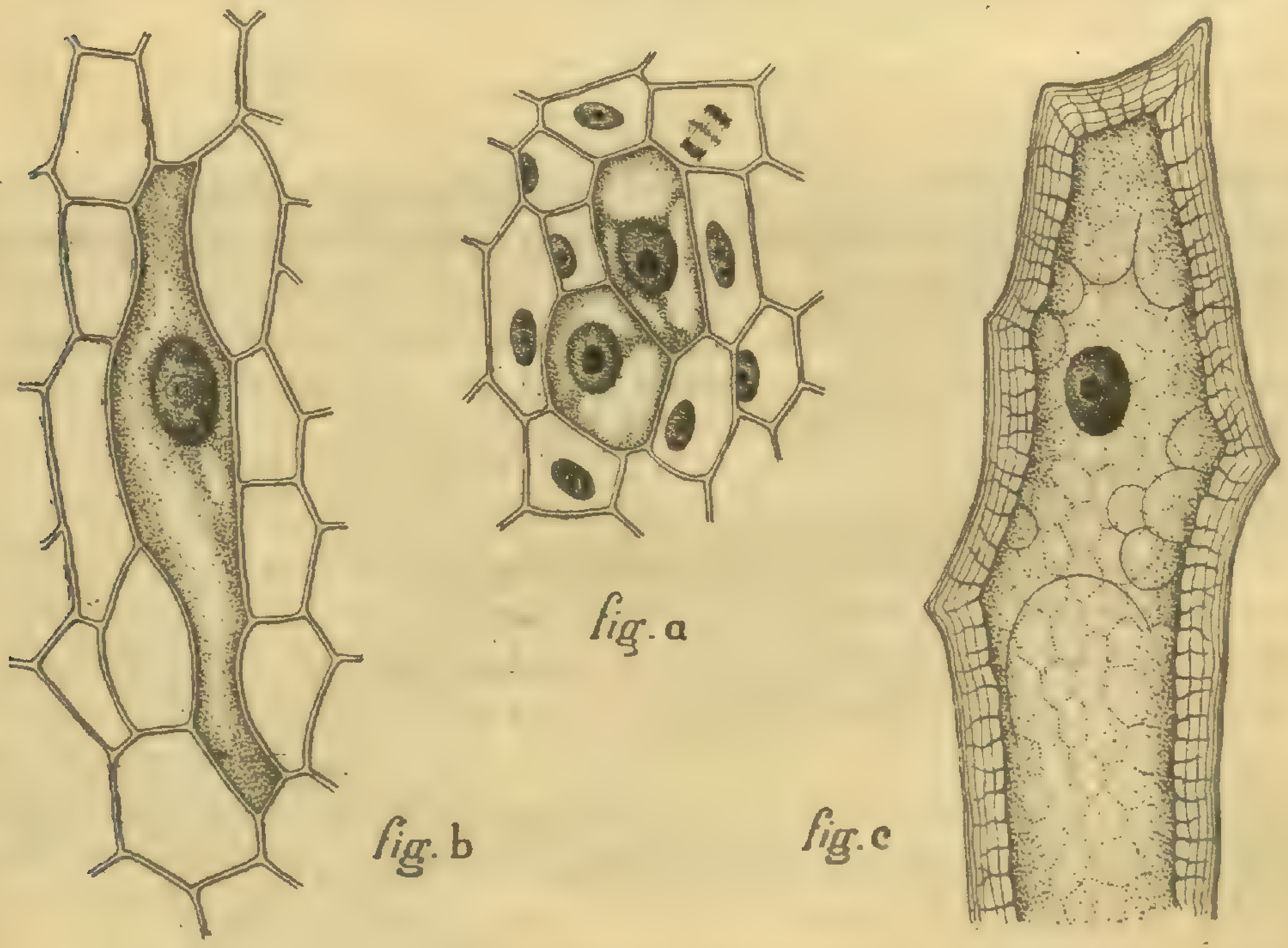


fig. a

fig. b

fig. c

Fig. 16 à 18. — a. b. c. Différents stades du développement des idioblastes du *Camellia japonica*.

Miss Ewart (1) a fait l'étude anatomique des glandes nectarifères qui se trouvent chez l'*Ipomœa paniculata* à la limite du pétiole et du limbe ; elles consistent en une surface sécrétrice très enfoncée commu-

(1) M. F. Ewart : *On the Leaf-glands of Ipomoea paniculata.* (Ann. of Bot. IX, 1895, p. 275-289, pl. IX).

niquant avec l'extérieur par un étroit canal ; cette surface est constituée par des cellules groupées par 10 ou 12 et très riches en protoplasma ; chacun de ces groupes est porté par une cellule plate ; le développement de ces nectaires est très comparable à celui qu'on observe chez les *Nepenthes*.

Delpino a le premier signalé la présence de nectaires chez le *Ficus ;* A. Mirabella (1) a repris leur étude ; ils sont constitués par de légères dépressions circulaires recouvertes par une fine poussière blanche représentant la sécrétion de ces organes, situées sur les rameaux à la base des stipules ou plus souvent à la face inférieure des feuilles, soit à l'aisselle de la nervure médiane et des deux nervures primaires inférieures, soit tout le long de la nervure primaire, pour ne citer que deux exemples de leur emplacement. Ils proviennent de la modification de cellules épidermiques, qui s'allongent et se rétrécissent; une zone d'éléments parenchymateux concourt à leur formation ; ce sont des cellules qui restent petites, possèdent une paroi plus épaisse, et sont les éléments sécréteurs de ces organes. L'auteur étudie en détail ces nectaires chez six espèces du genre *Ficus*.

II. Appareils végétatifs.

Nous indiquerons d'abord les quelques mémoires qui ont paru dans ces deux années ayant rapport à l'appareil végétatif des Angiospermes considéré d'une manière générale, pour analyser dans des chapitres particuliers tout ce qui a trait à l'anatomie biologique et expérimentale d'une part, et à l'anatomie systématique d'autre part.

Racine. — M. G. Chauveaud (2) a suivi le développement des tubes criblés dans la racine des Graminées ; il montre que près de l'extrémité de la racine, contre le péricycle, apparaissent des cellules plus grandes que les voisines qui sont des cellules mères des tubes criblés ; chacune se divise par une cloison longitudinale oblique en deux cellules filles dont l'externe évolue en tube criblé, l'interne devenant la cellule compagne ; en se différenciant le tube criblé s'intercale entre deux cellules péricycliques vers l'extérieur, entre sa cellule compagne et une autre cellule voisine vers l'intérieur de façon à prendre en coupe transversale une forme losangique très nette ; l'auteur désigne ces deux dernières cellules sous le nom de *cellules libériennes*. En dedans de ces deux cellules se différencie plus tard un tube criblé, directement aux dépens de la cellule mère ; on a donc réunis côte à côte dans un même faisceau deux types de tubes criblés, dont chacun était regardé comme caractéristiques de l'un des deux groupes de plantes vasculaires,

(1) M. A. Mirabella : *I nettari extranuziali nelle varie specie di Ficus.* (Nuovo Giorn. Bot. ital., II, 1895, p. 340-347, pl. X).

(2) G. Chauveaud : *Sur le développement du faisceau libérien de la racine des Graminées.* (Bull. du Mus. d'Hist. Nat., 1895, I, p. 209-211).

Angiospermes d'une part, Gymnospermes et Cryptogames Vasculaires d'autre part.

G. LOPRIORE (1) a étudié le processus suivant lequel se régénèrent les racines fendues longitudinalement ; les deux moitiés continuent à croître à leur extrémité et se reconstituent d'une manière qui peut être complète ; plus la racine est jeune plus cette reconstitution est rapide et complète ; la chaleur et l'humidité la favorisent. Tous les tissus, épiderme, écorce, faisceaux conducteurs, peuvent se régénérer ; mais le mode de reconstitution n'est pas le même chez les Monocotylédones et les Dicotylédones; chez les premières le liber et le bois se reforment en même temps que l'endoderme, chez les Dicotylédones les faisceaux ne se reconstituent qu'après régénération complète de l'endoderme. Il apparaît dans ces racines fendues un nombre très considérable de radicelles, souvent concrescentes.

Tige. — S. BELLI (2) a étudié l'anatomie comparée de la tige et de la feuille dans le genre *Trifolium* et se trouve amené à discuter la valeur des régions que M. Van Tieghem a désignées sous le nom d'endoderme et de péricycle; quoique l'écorce de la tige ne possède généralement pas d'assise ayant les caractères histologiques que présente l'endoderme de la racine, M. Van Tieghem admet que l'endoderme existe toujours topographiquement; pour le chef de l'école française l'endoderme comme le péricycle, comme lê liber et le bois ne sont pas des tissus, mais des régions. S. Belli oppose à ce principe des régions la difficulté ou l'impossibilité de leur assigner des limites précises que pourrait seul indiquer le développement, et il se trouve, selon l'auteur italien, que l'étude du développement ne peut les préciser. S. Belli s'efforce de battre en brèche la théorie de la stèle établie par M. Van Tieghem et conclut qu'on ne peut pas en anatomie ne pas tenir compte de la fonction des tissus; l'avenir est pour lui à l'anatomie physiologique.

En ce qui concerne la différenciation des tissus dans la tige des *Trifolium* S. Belli distingue les quatre stades suivants :

1° Méristème primordial.

2° Début des cordons procambiaux, sous forme d'une zone circulaire continue ; ils apparaissent par l'allongement des éléments parallèlement à l'axe et la diminution des segmentations transversales.

3° Constitution des cordons procambiaux par la cessation de l'allongement dans le sens axial des éléments correspondant aux rayons médullaires primaires.

4° Différenciation des éléments des faisceaux.

(1) G. Lopriore : *Ueber die Regeneration gespaltener Wurzeln.* (Nova Acta, LXVI, 1896, p. 211-286. Pl. XIII-XX).

(2) Saverio Belli : *Endoderma e periciclo nel G. Trifolium in rapporto colla teoria della stelia di V. Tieghem e Douliot.* (Mem. di R. Accad. di Sc. di Torino, Ser. II, XLVI, 1896, p. 353-443. Pl. I-VI).

On a signalé dans un grand nombre de plantes la présence d'îlots libériens inclus dans le bois de la tige. De Bary avait admis que l'assise génératrice libéro-ligneuse cesse en certains points de produire du bois vers l'intérieur pour donner naissance en ces régions à du liber aussi bien en dedans qu'en dehors; Hérail, puis différents auteurs, admettent qu'une portion du cambium s'interrompt par places et ne donne plus de bois, et il s'isole un îlot, où se différencient des tubes criblés, par la formation à sa partie externe d'un cambium complémentaire qui reforme la continuité de l'assise génératrice. E. Perrot (1) a observé certains faits qui ne concordent avec aucune de ces manières de voir. L'assise cambiale est dans un échantillon de deux ans très sinueuse, d'où il résulte des anfractuosités dans le bois, anfractuosités qui se trouvent exagérées par le fait qu'en ces régions le cambium perd de son activité centrifuge, alors qu'il continue à former du liber qui se trouve ainsi entouré par du bois de tous côtés, sauf vers l'extérieur. Lorsque cet îlot libérien a acquis le maximum de diamètre qu'il doit posséder il s'établit en dehors de cet îlot une portion de cambium péricyclique qui régularise ainsi la zone génératrice ; celle-ci reprend ensuite son fonctionnement normal ; la différence existant entre l'explication de Hérail et celle de Perrot consiste donc en ce que, suivant ce dernier, l'assise génératrice ne s'interrompt à aucun moment et ne fait que se régulariser.

De son côté L. Sauvan (2) étudie cette même question et se range à l'opinion de Hérail, Scott et Brebner. Il n'a pu observer la continuité de l'assise génératrice dans les anfractuosités produites à l'intérieur du bois ; il n'en retrouve pas trace sur les côtés de cette anfractuosité qui n'en possède qu'une portion dans sa partie interne ; selon lui il y a régularisation du cambium par un *cambium complémentaire* naissant dans le liber et indépendant du cambium normal auquel il ne fait que se raccorder ; ce cambium complémentaire peut même apparaître par des centres de formations indépendants les uns des autres ; le liber ne montre sur les bords de l'anfractuosité aucune trace de compression et les rayons médullaires se continuent non seulement à travers l'îlot libérien, mais encore à travers la zone cambiale nouvelle, faits qui s'accordent mal avec la théorie de Perrot.

Dans son mémoire sur l'Anatomie des Acanthacées appartenant aux genres *Afromendocia* et *Mendocia* E. Gilg met en doute la valeur de la théorie émise par H. Schenk en ce qui concerne le mode de fragmentation du bois dans les lianes ; ce dernier auteur avait conclu qu'il se constituait sur place un parenchyme « *de dilatation* » qui écartait les files de vaisseaux ; Gilg rapporte cet écartement à l'action de la zone cambiale qui par places constituerait un tissu parenchymateux pénétrant

(1) E. Perrot : *Sur le mode de formation des îlots libériens intraligneux des Strychnos* (Journ. de Bot., IX, 1895, p. 90-95).

(2) L. Sauvan : *Sur le mode de formation des îlots libériens intra-ligneux du Strychnos Nux-Vomica* (Journ. de Bot., IX, 1895, p. 266-273).

dans le bois. H. Schenk (1) revient sur ce sujet dans un nouveau mémoire où il étudie la fragmentation du bois dans les lianes d'Acanthacées, de Césalpiniées, de Convolvulacées, de Bignoniacées et de Malpighiacées ; il montre que dans la plupart des cas cette fragmentation est bien due à du parenchyme s'établissant aux dépens d'éléments vivants du bois et de la moelle, par la division de cellules non lignifiées, et, dans certains cas, par celle de cellules légèrement lignifiées, contrairement à l'opinion de O. Warburg (1893) qui ne reconnaît pas aux cellules lignifiées la possibilité de se diviser.

Le *duramen* ou bois parfait se distingue de l'aubier par sa constitution chimique ; il ne renferme plus d'amidon et se trouve fortement imprégné de tannin. E. Mer (2) a recherché comment ce tannin variait dans le bois du chêne de la périphérie vers le centre ; il a observé que le tannin, rare dans l'aubier, ne s'y trouve que dans les rayons ; il devient abondant alors que l'amidon disparaît ; il se fixe alors sur les parois des vaisseaux et surtout sur celles des fibres, l'excédent se déversant dans la cavité de ces fibres. Plus profondément les cavités de tous les éléments se vident de tannin ; puis le tannin s'oxyde lentement, d'où la teinte brun roux du bois parfait.

L'auteur (3) étend ailleurs ses résultats à plusieurs essences forestières.

Pendant son séjour à Buitenzorg M. Massart (4) a eu l'occasion de faire quelques observations sur la différenciation des rameaux (*hétérocladie*) dans les lianes, chez lesquelles certaines branches longues et nues ont pour fonction de conduire la liane vers des arbres voisins (sarments), alors que d'autre ramilles portent les feuilles et les fleurs. Les organes d'attache sont, chez les plantes volubiles, les sarments eux-mêmes ; ailleurs ils sont presque toujours sur les ramilles.

Dans les cas où la différenciation des rameaux est le plus accusée, chaque bourgeon a une prédestination immuable. Le plus souvent chaque feuille du sarment porte à son aisselle plusieurs bourgeons sériés dont le premier développé forme une ramille ; chez d'autres plantes les bourgeons qui donnent les sarments et ceux qui donnent les ramilles occupent l'aisselle des feuilles distinctes.

(1) H. Schenk : *Ueber die Zerklüftungsvorgange in anomalen Lianenstamen* (Jahrb. f. w. Bot., XXVIII, 1895, p. 581-612. Pl. XX-XXI).

(2) Em, Mer : *De la formation des duramens dans les essences feuillées* C. R. de l'Acad. des Sc., CXXII, 1896, p. 91).

(3) Em. Mer : *Nouvelles recherches sur la formation du bois parfait* (Bull. Soc. Bot. de Fr., XLII, 1895, p. 582-598).

(4) J. Massart : *Sur la morphologie du bourgeon* (Ann. de Buitenzorg, XIII, 1895, p. 121-136. Pl. XIV-XV).

M. Daniel (1) étudie le processus anatomique qu'on observe dans la greffe et il y distingue deux phases successives : l'union provisoire et l'union définitive La première comprend tous les phénomènes qui se passent depuis le début de la greffe jusqu'au moment où le fonctionnement des assises génératrices interne et externe interrompu par le fait même de l'opération, reprend son jeu régulier. L'auteur distingue dans cette union provisoire trois stades au point de vue anatomique, caractérisés, le premier par la réunion des deux plantes à l'aide d'une substance unissante formée par les membranes déchirées, le contenu cellules et la sève s'échappant de la plaie, le second par une résorption partielle de cette substance unissante, le troisième par la formation de méristèmes locaux, indépendants des couches génératrices normales.

L'union définitive comprend deux stades principaux : 1° la formation de tissus cellulaires remplissant les vides de la plaie ; 2° la différenciation des vaisseaux et des tubes criblés dans les tissus de cicatrisation produite par le jeu de l'assise génératrice interne, et la formation de liège et de phelloderme.

Feuille. — M. Van Tieghem (2) montre que s'il n'existe pas dans l'appareil végétatif des Phanérogames de feuilles dépourvues de méristèles il n'en est pas de même dans leur appareil reproducteur ; c'est ainsi que chez un grand nombre de Loranthinées la fleur contient un verticille de feuilles réduites à l'épiderme et à l'écorce ; l'auteur cite successivement des exemples de sépales, d'étamines et de carpelles sans méristèles.

D'après L. Gabelli (3) l'idée de nervation parallèle dans les feuilles est plutôt une considération d'ordre spéculatif qu'une conséquence de l'observation ; pour lui il ne peut y avoir de véritable nervation parallèle que si les nervures pénètrent isolément dans la feuille ; dans tous les autres cas on n'aura qu'un parallélisme apparent ; de même les nervations pennées et palmées ne sont que des cas spéciaux d'un même type. Les Graminées en particulier ne présentent pas le mode de nervation parallèle, mais bien une nervation palmée.

(1) L. Daniel : *Recherches anatomiques sur les greffes herbacées et ligneuses* (Rennes, Imp. Simon, 1896, 104 p., 3 pl.).

(2) Ph. Van Tieghem : *Sur l'existence des feuilles sans méristèles dans la fleur de certaines Phanérogames* (Rev. Gén. de Bot., VIII, 1896, p. 481-491).

(3) L. Gabelli : *Considerazioni sulla nervazione fogliare parallela* (Malpighia, IX, 1895, p. 356-364).

Signalons en outre :

Gwynne-Vaughan : *New Case of polystely in Dicotyledons* (Ann. of Bot., 1896).

R. Chodat : *Sur la structure anormale de la liane Pachyrhizus montanus D. C.* (Herb. Boissier, 1896, p. 139-140).

M. Scholz : *Ueber Verholzungen der Blütenstengel einiger krautiger Culturpflanzen* (Jahresber. d. Schlesisch. Gesellsch. fur vaterl. Cultur., 1895-96. Abth. : Obst- und Gartenbau, p. 6-9).

III. Anatomie biologique.

Nous signalerons dans ce chapitre les travaux qui se rapportent à l'anatomie envisagée dans ses rapports avec le mode d'existence des plantes, c'est-à-dire les travaux qui s'occupent des caractères de plantes groupées biologiquement, telles les plantes aquatiques, xérophyles, saprophytes, parasites, etc...

D'après les recherches de E. Jahn (1) quatre conditions sont nécessaires pour que les feuilles puissent se maintenir flottantes à la surface de l'eau. Il faut que la densité soit faible, sans nuire cependant à la consistance ; la surface doit être large ; le pétiole doit s'insérer dans le milieu du limbe ou près de cette région, d'où le contour cordiforme ou pelté de ce limbe ; enfin le pétiole doit faire un grand angle avec le limbe et avoir une grande longueur. L'auteur rapproche la forme des feuilles nageantes de celle de beaucoup de plantes grimpantes où le pétiole s'insère également dans le voisinage du centre de gravité du limbe.

G. Hochreutiner (2) consacre un mémoire à l'étude morphologique, anatomique et physiologique d'un certain nombre de plantes aquatiques du Rhône. Il s'occupe en particulier de l'anatomie du *Zannichellia palustris ;* cette plante présente de curieuses racines adventives volubiles, analogues à celles qu'on a observées chez quelques plantes terrestres ; elles contiennent, avant de pénétrer dans le sol, une assez grande quantité de chlorophylle dans leur assise pilifère. L'auteur a observé dans la tige des communications protoplasmiques très nettes.

Les akènes au moment de la germination s'ouvrent par une fente longitudinale et latérale, à travers laquelle l'embryon pousse son cotylédon ; la base de la tige est renflée en disque et reste engagée dans le fruit ; l'enveloppe de celui-ci sert à la plante de contrepoids et de fixateur. Bientôt sur le disque du collet il se développe de nombreux poils absorbants qui s'allongeant au dehors servent à la fixation de la plantule ; ce n'est que plus tard que la radicule s'allonge. On a donc ici un nouvel exemple de poils absorbants se développant sur une tige

Une série de plantes tropicales xérophyles présente un type particulier de feuilles qu'étudie Jönssen (3) et qui est caractérisé par une grande réduction du tissu assimilateur et un extrême développement du système protégeant la plante contre la transpiration. Il est à remarquer que les diverses plantes possédant ce type foliaire appartiennent à des familles dont les représentants ont une tout autre structure.

(1) E. Jahn : *Ueber Schwimmblätter* (Beitr. z. wiss. Bot., I, p. 282-294. Pl. VII).

(2) G. Hochreutiner : *Etudes sur les phanérogames aquatiques du Rhône et du port de Genève* (Rev. Gén. de Bot., VIII, 1896, p. 90, pl. VII).

(3) B. Jönssen : *Zur Kentniss des anatomischen Baues des Blattes* (Acta Reg. Soc. Physiogr. Lund., VII, 1896, 20 p., 2 Pl.).

Le suc du tissu aqueux de ces plantes a une réaction très acide ; il est beaucoup plus acide dans la région superficielle que dans le mésophylle chlorophyllien ; on rencontre souvent des cristaux de sels calcaires, le plus souvent d'oxalate de chaux. Le parenchyme en palissade est constitué par une seule assise de cellules, celles-ci ont la forme d'un cône dont la pointe est dirigée vers le tissu lacuneux (fig. 19) ; les grains de chlorophylle sont gros, peu nombreux et tous disposés vers le sommet du cône dont la partie basilaire est occupée par une mâcle d'oxalate de chaux ; cette disposition ne varie jamais quelles que soient l'intensité et l'obliquité de l'éclairement. Jönssen pense qu'elle est en rapport avec la présence d'acides dans le tissu aqueux, car si l'on vient à supprimer ce dernier à la face supérieure les cellules palissadiques grandissent et il y apparaît des grains de chlorophylle uniformément distribués.

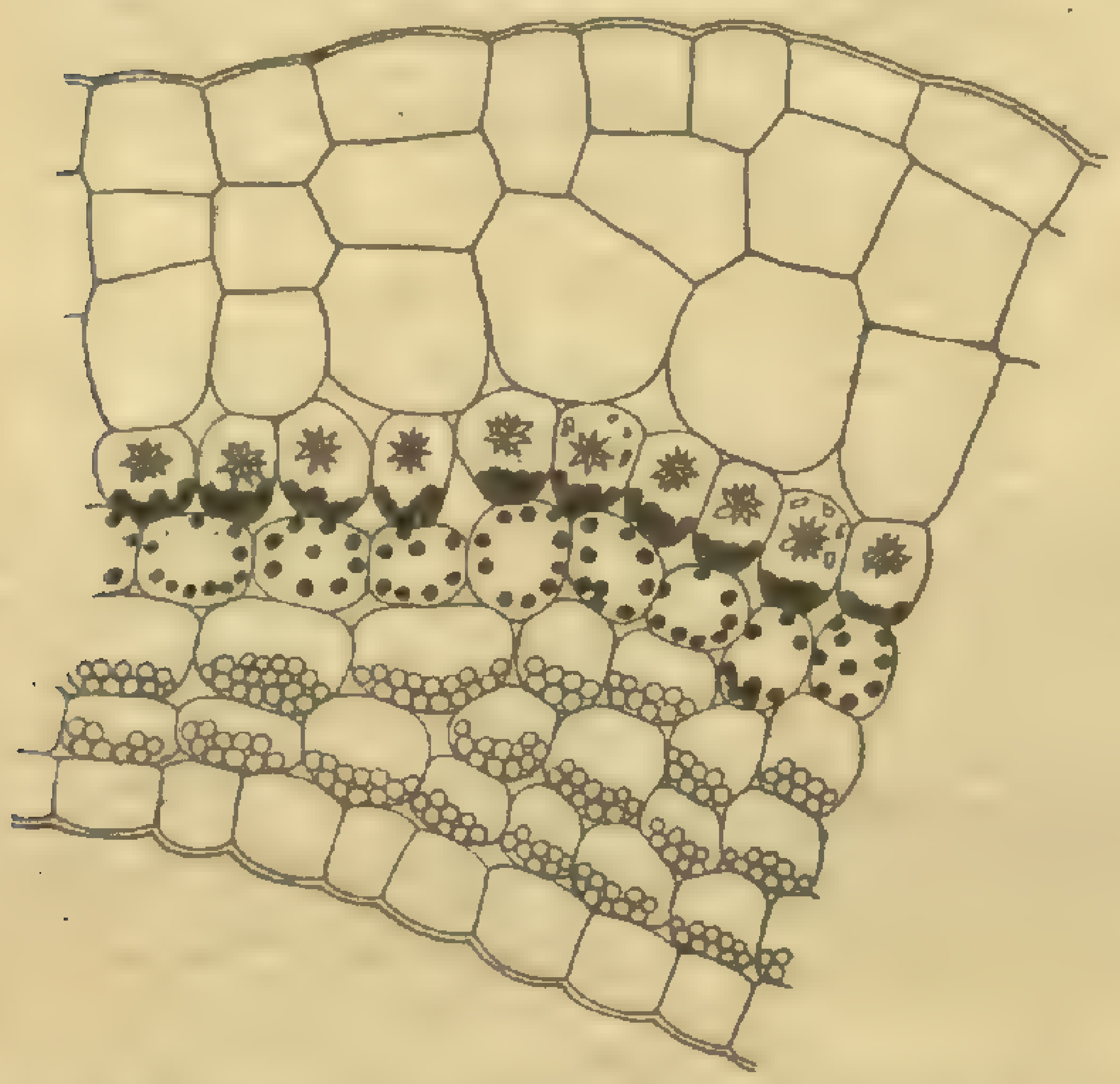


Fig. 19. — Coupe transversale de la feuille du *Peperomia Verschaffeltii* (d'après Jönssen).

Le tissu lacuneux est formé par plusieurs assises de cellules arrondies assez serrées entre elles : les grains de chlorophylle y sont sensiblement plus petits que dans le tissu en palissade ; on observe souvent qu'ils se disposent en vertu de leur pesanteur dans la partie inférieure des cellules lorsque leurs grains ont acquis certaines dimensions. Souvent les cellules du tissu aqueux de la face inférieure de la feuille prennent une coloration rouge ; l'auteur pense que cette coloration du suc cellulaire a pour rôle de protéger les cellules assimilant peu et ayant une vie peu active.

(*A suivre*). M. MOLLIARD.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères

Le Gérant : Th. Clerquin.

(see table)

Étude géo-botanique de la flore du haut bassin de la Sallanche et du Trient.

P. Jaccard del. Imp. Le Bigot. P. Bineteau sc.

Carte botanique du haut bassin de la Sallanche et du Trient.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à **M. Paul DUPONT**, 4, rue du **Bouloi**, à **Paris.**

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

L. Legré : *La botanique en Provence au XVI[e] siècle. — Pierre Pena et Mathias de Lobel* (Marseille, Bariatier, 1899).

T. Husnot : *Description, figures et usages des Graminées spontanées et cultivées de France, Belgique, Iles Britanniques, Suisse.* 3[e] livraison (Chez l'auteur à Cahan (Orne), 1899).

A. Gravis : *Recherches anatomiques et physiologiques sur le Tradescantia virginica L. au point de vue de l'organisation générale des Monocotylées et du type Commélinées en particulier* (Bruxelles, Hayez, 1898).

— *Notes de technique micrographique* (Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liège, Vol. I) (Bruxelles, Hayez, 1897).

C. Lenfant : *Contribution à l'anatomie des Renonculacées : Le genre Delphinium* (Ibid.).

A. Mansion : *Contribution à l'anatomie des Renonculacées : Le Thalictrum flavum* L. (Ibid.).

R. Sterckx : *Contribution à l'anatomie des Renonculacées : La tribu des Clématidées* (Ibid.).

Conway Mac Millan : *The orientation of the plant egg and its ecological significance* (Botanical Gazette, May, 1898).

J. M. Coulter : *The origin of Gymnosperms and the seed habit* (Botanical Society of America, August, 1898).

J. Bretland Farmer : *On the Structure of a hybrid Fern* (Annals of Botany, December, 1897).

— and J. L. Williams : *Contributions to our Knowledge of the Fucaceæ : their Life-History and Cytologie* (Philosophic trans. of the Royal Society of London, 1898, p. 623).

Sakugorö Hirasé : *Études sur la fécondation et l'embryogénie du Ginkgo biloba* (Second mémoire) (Journal of the Collège of Science, Université impériale, Tōkyō, Japon, Juin 1898).

G. Cabanès : *Catalogue des végétaux ligneux, arbres, arbustes, arbrisseaux, plantés sur les promenades, dans les squares et dans les jardins publics de la ville de Nîmes* (Nîmes, 1898).

K. Richter : *Plantæ europææ. Enumeratio systematica et synonymica plantarum phanerogamicarum in Europa sponte crescentium vel mere inquilinarum.* Tomus II. Emendavit ediditque D[r] M. Gurke, Musei botanici Berolinensis custos (Leipzig, Engelmann, 1899).

Bradley Moore Davis : *Kerntheilung in der Tetrasporenmutterzelle bei Corallina officinalis L. var. mediterranea* (Deutsch. Botanic. Gesellschaft, Jahrgang, 1898).

W. F. Ganong : *Contributions to a Knowledge of the Cactaceae. II. The comparative Morphology of the Embryos and Seedlings* (Annals of Botany, December, 1898).

H. H. W. Pearson : *Anatomy of the Seedling of Bowenia spectabilis* (Ibid.).

J. R. Green : *The Alcohol-producing Enzyme of Yeast* (Ibid.).

H. Wager : *The Nucleus of the Yeast-Plant* (Ibid.).

S. H. Vines : *The Proteolytic Enzyme of Nepenthes, II* (Ibid.).

J. D. Hooker : *George Bentham* (Ibid.).

325 - - Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIÈME

Livraison du 15 Mars 1899

N° 123

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

1899

LIVRAISON DU 15 MARS 1899

I. — INFLUENCE DE LA LUMIÈRE SUR LA FORMATION DES MATIÈRES PROTÉIQUES ACTIVES ET SUR L'ÉNERGIE DE LA RESPIRATION DES PARTIES VERTES DES VÉGÉTAUX, par **M. W. Palladine**. 81

II. — PHYLOGÉNIE DES ULMACÉES (avec planches et figures dans le texte), par **M. Ch. Houlbert** . . . 106

III. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896 (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** *(suite)* 120

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 2. — *Ulmus campestris ; Morus cuspidata.*

Planche 3. — *Ulmus campestris ; Cecropia obtusa ; Morus nigra.*

Cette livraison renferme en outre six gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

INFLUENCE DE LA LUMIÈRE

SUR LA FORMATION DES MATIÈRES PROTÉIQUES ACTIVES

et sur l'énergie de la respiration des parties vertes des végétaux

par M. W. PALLADINE

I. — Introduction

Dans un travail précédent (1), j'ai démontré la corrélation qui existe entre l'énergie de la respiration des plantes et la quantité des matières azotées vivantes qui s'y trouvent. Le travail actuel a pour but de soumettre cette question à de nouvelles recherches.

Les conditions dans lesquelles se forment les matières protéiques non digestibles (qui laissent un reste azoté non digestible contenant de l'acide nucléique), n'ayant pas encore été étudiée, je me propose de l'approfondir. Aucun agent extérieur n'exerce une influence aussi considérable sur les plantes que la lumière. Voilà pourquoi il importe que j'explique préalablement quelle corrélation existe entre la lumière et le mode de formation des matières protéiques non digestibles, c'est-à-dire des matières protéiques vivantes actives.

Quelles sont les matières protéiques qu'il faut appeler vivantes ? Avons-nous la possibilité, en nous basant sur des données chimiques, de distinguer les matières protéiques mortes des matières protéiques vivantes ? Je crois que c'est possible.

Nous savons distinguer les cellules mortes des cellules vivantes, et, dans chaque cellule vivante, les parties mortes des parties vivantes. Les membranes cellulaires, les grains d'amidon, les cristaux d'oxalate de chaux, sont les parties mortes d'une cellule vivante.

(1) W. Palladine : *Recherches sur la corrélation entre la respiration des plantes et les substances azotées actives.* (Revue générale de Botanique, t. VIII, 1896, p. 225.)

Nous pouvons aussi facilement diviser en deux groupes les matières protéiques qui se trouvent dans une cellule vivante. Le protoplasma, le noyau, les grains de chlorophylle, les leucites sont les parties vivantes d'une cellule. Les grains d'aleurone, les cristalloïdes, les matières protéiques dissoutes dans le suc cellulaire sont les matières protéiques mortes d'une cellule vivante.

Nous pouvons facilement distinguer dans une cellule, à l'aide du microscope, les matières azotées vivantes et les matières azotées mortes. Le microscope sert aussi à nous indiquer la préparation des matières protéiques vivantes. En traitant les cellules végétales par le suc gastrique, nous voyons que toutes les matières protéiques mortes se dissolvent complètement, tandis que les matières protéiques vivantes laissent toujours un reste azoté insoluble. Il va sans dire que plus il y a de matières protéiques vivantes dans la partie analysée de la plante, plus nous obtenons de reste azoté insoluble.

Prenons, par exemple, deux feuilles. Si nous trouvons que l'une d'elles contient plus de reste azoté non digestible que l'autre, il en résulte nécessairement que la première contient plus de matières protéiques vivantes que la seconde. Par conséquent le dosage du reste azoté non digestible (d'après la quantité d'azote qui s'y trouve) nous donne la possibilité de faire un grand nombre de recherches *comparatives*.

Toutefois ce dosage ne peut donner les chiffres *absolus* pour les matières protéiques actives renfermées dans les plantes. Nous n'avons pas non plus le droit de compter comme azote des matières mortes tout le reste de l'azote des matières protéiques. Par exemple, si nous trouvons que le dosage de toutes les matières protéiques de la partie analysée de la plante s'élève à a d'azote, et celui du reste azoté non digestible à b d'azote, il en résulte que a-b est la quantité de l'azote des matières protéiques digestibles ; mais en aucune façon on ne saurait considérer a-b comme de l'azote des matières protéiques mortes. La quantité d'azote contenue dans les matières protéiques mortes est tout-à-fait inconnue et voici pourquoi. La molécule de matière protéique vivante a indubitablement une construction très compliquée. Je me la représente comme une agglomération de diverses molécules de matières protéiques d'une construction plus simple, groupées autour d'un centre contenant de l'acide nucléique. Ce centre excepté, les autres parties de la

molécule composée de matière protéique vivante ont une construction mobile très peu solide et possédant une nature d'aldéhydes. Traitée par le suc gastrique cette molécule composée se détruit, les matières protéiques dont elle se compose sont digérées, il ne reste que le centre non digestible contenant de l'acide nucléique. Par conséquent non seulement tout l'azote des matières protéiques mortes, mais encore une quantité considérable de l'azote des matières protéiques vivantes, constitue le taux des matières protéiques digestibles.

Pour que la quantité des matières protéiques non digestibles nous donne une idée juste de la quantité des matières protéiques vivantes qui se trouvent dans la partie analysée de la plante, il est indispensable que les parties analysées soient composées de cellules vivantes et actives. La présence des cellules mortes et des cellules en période de vie latente empêche de préciser les résultats à un degré plus ou moins considérable. Par exemple, d'après l'analyse de M. Stutser (1), la moitié de l'azote contenu dans une paille de seigle constitue le taux des matières protéiques non digestibles, quoiqu'il ne puisse être question de matières protéiques vivantes dans une paille sèche. Avec la mort de la cellule les matières protéiques vivantes se détruisent et il ne reste que le centre azoté non digestible.

Dans chaque graine, il y a aussi beaucoup de matières protéiques non digestibles, mais ces matières protéiques ne commencent à fonctionner qu'au moment de la germination. De plus on remarque quelquefois, par exemple pendant la germination des Lupins (2), qu'une partie des matières protéiques non digestibles au début même de la germination se décompose; dans la graine germée on en trouve moins qu'il n'y en avait dans la graine à l'état de vie latente. Par conséquent, il y a encore pour ainsi dire des matières protéiques non digestibles de réserve.

Ainsi, en prenant les précautions indiquées, nous voyons la possibilité de calculer les résultats des expériences faites sur un phénomène physiologique en nous basant non sur la quantité de substance humide ou sèche, mais sur la quantité des matières protéiques vivantes. Il serait certainement à désirer que nous eussions

(1) Stutser : Landw. Versuchs. Stationen. XXXVIII, 1891, p. 469.
(2) Palladine : *Loc. cit.* p. 243, fig. 3.

une méthode plus précise; néanmoins celle-ci peut déjà nous fournir des résultats très précieux.

Je dis simplement « reste azoté non digestible » ou « matière protéique non digestible », parce que les termes existants (plastine, nucléine) ont un caractère passager et qu'une construction chimique déterminée ne s'y rattache pas.

En même temps j'ai donné aussi dans ce travail plusieurs dosages concernant la formation des matières protéiques dans les feuilles. Si la question concernant la formation des matières azotées non digestibles n'a pas encore été traitée, la recherche de la formation de matières protéiques en général est actuellement l'objet de travaux suivis; toutefois cette recherche est encore loin de recevoir une solution définitive.

II. — Méthode de recherches

Afin de déterminer la quantité d'acide carbonique dégagé par les feuilles étiolées, je me suis servi des tubes de Pettenkofer. Tout l'appareil a été monté d'après la description qu'en donne M. Pfeffer (1). Au lieu d'aspirateur, je me suis servi de la trompe à eau de Gessler. La régularité du courant de l'air a été assurée, grâce à un procédé décrit par Bunsen (2). Pendant l'expérience sur l'intensité respiratoire, le récipient, avec les feuilles, était toujours maintenu dans l'obscurité.

Les matières protéiques ont été dosées par le procédé de M. Stutzer, qui consiste à précipiter, en liqueur tout à fait neutre, ces matières par l'hydrate d'oxyde de cuivre. La substance à analyser est placée dans un matras; on porte à l'ébullition pendant dix minutes avec 100 centimètres cubes d'eau distillée; on ajoute alors avec une pipette une certaine quantité d'oxyde de cuivre et un peu d'alun.

Après refroidissement, on rassemble le précipité sur un filtre et on lave une fois à l'eau et deux fois à l'alcool; ce dernier lavage chasse l'eau et rend plus facile la dessiccation à 100-110° du précipité. On procède ensuite au dosage de l'azote par la méthode de M. Kjeldahl.

(1) Pfeffer : Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen (I Band, 1885, p. 637).

(2) Bunsen : *Gasometrische Methoden.* (II Auflage, 1877, p. 144.)

La quantité des matières protéiques non digestibles a été dosée aussi par le procédé de M. Stutser. Pour préparer le liquide gastrique, l'estomac d'un porc est dépouillé (peu de temps après la mort de l'animal) de sa membrane intérieure que l'on découpe en fragments et que l'on jette dans un grand flacon contenant un mélange préparé préalablement (5 litres d'eau et 100 centimètres cubes d'acide chlorhydrique contenant 10 grammes d'acide pur, le tout maintenu bouché). On abandonne ce mélange pendant 48 heures, en l'agitant de temps à autre, puis on le filtre soigneusement. Pour préparer ce liquide, j'emploie dix litres de liquide et les fragments de muqueuse provenant de deux estomacs.

A l'aide de ce liquide, on procède de la manière suivante au dosage des matières protéiques non digestibles. Dans un vase à fond plat, on place la substance à analyser (qui doit être réduite en poudre) et 400 centimètres cubes de suc digestif, puis on maintient le tout pendant quatre jours à la température 37-39°. Pendant ce temps on ajoute de temps en temps quelques gouttes d'acide chlorhydrique pour que la concentration de l'acide chlorhydrique atteigne 1 °/₀. On jette la substance sur un filtre et on lave jusqu'à ce que la liqueur qui passe ne contienne plus d'acide chlorhydrique ni de peptones. En général, il suffit, pour s'assurer que le lavage est complet, d'essayer la liqueur avec le nitrate d'argent. On dessèche le résidu non digéré à 100-110° et l'on dose l'azote par la méthode de M. Kjeldahl.

Je donne maintenant la description détaillée des expériences.

III. — Exposé des expériences.

Série d'expériences N° 1

Vicia Faba L. — Feuilles étiolées après 18 jours de germination à une température comprise entre 18° et 20°. Les feuilles ont été divisées en trois portions.

I

5gr8119 de feuilles, desséchées à l'étuve, se réduisaient à 1gr2458. Les feuilles contenaient donc en poids sec de 21,4 pour 100.

Dans la substance sèche on a déterminé la quantité de l'azote toutes les matières protéiques, ainsi que la quantité de l'azote des matières protéiques non digestibles.

a) 0gr3152 de la substance sèche ont donné 0gr02062137 d'azote pour toutes les matières protéiques. D'où 1gr2458 de la substance sèche contiennent 0gr0814 d'azote.

b) 0gr1554 de la substance sèche ont donné 0gr00954616 d'azote pour toutes les matières protéiques. D'où 1gr2458 de la substance sèche contiennent 0gr0770 d'azote.

0gr0814 } moyenne : 0gr0792
0gr0770 }

D'où 100 grammes de feuilles contiennent 1gr3627 d'azote pour toutes les matières protéiques.

c) 0gr3732 de la substance sèche ont donné 0gr00036498 d'azote pour les matières protéiques non digestives. D'où 1gr2458 de la substance sèche contiennent 0gr00120 d'azote.

d) 0gr3957 de la substance sèche ont donné 0gr00030415 d'azote non digestible. D'où 1gr2458 de la substance sèche contiennent 0gr00094 d'azote.

0gr00120 } moyenne : 0gr00107
0gr00094 }

D'où 100 grammes de feuilles contiennent 0gr0186 d'azote non digestible.

II

6gr2920 de feuilles ont été placées sur une solution de saccharose à 10 °/o, dans l'*obscurité*. Au bout de trois jours elles ont été mises dans l'appareil Pettenkofer. Pendant l'expérience les feuilles étaient maintenues à l'obscurité. La température s'est maintenue à 20°.

Au bout de 2 heures 30 minutes, on avait 15mg2 d'acide carbonique. D'où, 100gr de feuilles dégagent en une heure 96mg6 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de saccharose à 10 °/o, dans l'*obscurité*. Au bout de trois jours elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 21° et 22°.

Au bout de 2 heures 30 minutes, on avait 16mg0 d'acide carbonique. D'où 100gr de feuilles dégagent en une heure 101mg6 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été lavées à l'eau distillée, pressées légèrement dans du papier à filtre, desséchées à

l'étuve et se réduisaient à 1gr8553. Les feuilles contenaient donc un poids sec de 29,4 %.

$$29{,}4 - 21{,}4 = 8{,}0$$

D'où, les feuilles ont assimilé pendant 6 jours, *à l'obscurité*, 8 grammes de saccharose.

a) 0gr2974 de la substance sèche ont donné 0 gr0145922 d'azote protéique. D'où, 1gr8553 de la substance sèche contiennent 0gr09108 d'azote.

b) 0gr2195 de la substance sèche ont donné 0gr0109494 d'azote protéique. D'où, 1gr8553 de la substance sèche contiennent 0gr09255 d'azote.

0gr09108 }
0gr09255 } en moyenne 0gr09181

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 1gr4591 d'azote protéique.

1gr4591 — 1gr3627 = 0gr0964

Les feuilles étiolées, cultivées dans l'obscurité sur une solution de saccharose, ont augmenté la quantité d'azote protéique de 0gr0964 ou 7 %.

c) 0gr3970 de la substance sèche ont donné 0gr00115577 d'azote non digestible. D'où, 1gr8553 de la substance sèche contiennent 0gr00540 d'azote.

d) 0gr3810 de la substance sèche ont donné 0gr00103411 d'azote non digestible. D'où, 1gr8553 de la substance sèche contiennent 0gr00501 d'azote.

0gr00540 }
0gr00501 } en moyenne 0gr00520

D'où 100 grammes de feuilles contiennent 0gr0826 d'azote non digestible.

0gr0826 — 0gr186 = 0gr0640

Les feuilles étiolées, cultivées à *l'obscurité* sur une solution de saccharose, ont augmenté la quantité d'azote non digestible de 0gr8640 ou 344 %.

III

5gr7600 de feuilles ont été placées sur une solution de saccharose à 10 %, à la *lumière* diffuse. Au bout de trois jours elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience, les

feuilles étaient à l'*obscurité*. La température s'est maintenue à 20°.

2 heures 30 minutes..... 23mg6 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 163mg9 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de saccharose à 10 %, à la *lumière* diffuse. Au bout de trois jours elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience les feuilles étaient à l'obscurité. La température s'est maintenue entre 21° et 22°.

2 heures 30 minutes..... 33mg2 de CO^2.

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 230mg5 d'acide carbonique.

Le rapport de la quantité de l'acide carbonique dégagé par les feuilles, cultivées à la lumière (L), à la quantité de l'acide carbonique dégagé par les feuilles, cultivées dans l'obscurité (T), est donc :

$$\frac{\text{acide carbonique L}}{\text{acide carbonique T}} = \frac{230^{mg}5}{101^{mg}6} = 2{,}26.$$

A la fin de l'expérience les feuilles ont été lavées à l'eau distillée, pressées légèrement entre papier à filtrer, desséchées à l'étuve et se réduisaient à 2gr6440. Les feuilles contenaient donc un poids sec de 45,9 %.

$$45{,}9 - 21{,}4 = 24{,}5.$$

D'où, les feuilles ont assimilé pendant 6 jours à la *lumière* diffuse 24gr5 de saccharose (1).

Le rapport de la quantité de saccharose, assimilée par les feuilles à la lumière, à la quantité de saccharose, assimilée par les feuilles dans l'obscurité, est donc :

$$\frac{\text{saccharose L}}{\text{saccharose T}} = \frac{24{,}5}{8} = 3.$$

a) 0gr3521 de la substance sèche ont donné 0gr01265264 d'azote protéique. D'où, 2gr6440 de la substance sèche contiennent 0gr0949 d'azote.

b) 0gr3164 de la substance sèche ont donné 0gr01082774 d'azote protéique. D'où, 2gr6440 de la substance sèche contiennent 0gr904 d'azote.

(1) Il n'est pas tenu compte dans ce calcul de l'assimilation chlorophyllienne aux dépens de l'acide carbonique de l'air ; car les recherches de Boussingault ont montré que dans les feuilles très riches en hydrates de carbone l'assimilation de l'acide carbonique de l'air est négligeable.

0gr0949 }
0gr0904 } en moyenne 0gr0926.

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 1gr6076 d'azote protéique.

1gr6076 — 1gr3627 = 0gr2449

Les feuilles, cultivées à la *lumière* diffuse sur une solution de saccharose, ont augmenté la quantité d'azote protéique de 0gr2449 ou 17,9 °/o.

Le rapport de la quantité de matières protéiques formées à la lumière, à la quantité de matières protéiques formées dans l'obscurité est donc :

$$\frac{\text{matières protéiques L}}{\text{matières protéiques T}} = \frac{17,9}{7} = 2,5$$

c) 0gr6476 de la substance sèche ont donné 0gr00225071 d'azote non digestible. D'où, 2gr6440 de la substance sèche contiennent 0gr00918 d'azote.

d) 0gr5630 de la substance sèche ont donné 0gr00212905 d'azote non digestible. D'où, 2gr6440 de la substance sèche contiennent 0gr0100 d'azote.

0gr00918 }
0gr01000 } en moyenne 0,00959

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 0gr1664 d'azote non digestible.

Le rapport de la quantité de matières protéiques non digestibles formées à la lumière, à la quantité des matières protéiques non digestibles formées dans l'obscurité est donc :

$$\frac{\text{matières protéiques non digestibles L}}{\text{matières protéiques non digestibles T}} = \frac{0,1478}{0,0640} = 2,3$$

Dans l'*obscurité* le rapport de la quantité d'acide carbonique, dégagé en une heure à la quantité d'azote non digestible à la température 21-22° est :

$$\frac{Co^2}{N} = \frac{101,6}{82,6} = 1,23$$

A la *lumière*, le rapport de la quantité d'acide carbonique, dégagé en une heure à la quantité d'azote non digestible à la même température est :

$$\frac{Co^2}{N} = \frac{230,5}{166,4} = 1,38$$

La comparaison de ces deux rapports nous amène à conclure que le dégagement d'acide carbonique est sensiblement proportionnel à la quantité des matières protéiques non digestibles.

Série d'expériences N° 2

Vicia Faba L. — Feuilles étiolées après 20 jours de germination à une température comprise entre 18° et 21°. Les feuilles ont été divisées en deux portions.

I

6gr3306 de feuilles ont été placées sur une solution de saccharose à 5 °/₀ à l'*obscurité*. Au bout de trois jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience les feuilles étaient à l'obscurité. La température s'est maintenue entre 20° et 21°.

2 heures 30 minutes..... 17mg6 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 111mg2 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de saccharose à 5 °/₀ à l'*obscurité*. Au bout de trois jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue 20°.

2 heures 30 minutes..... 17mg2 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 109mg3 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été lavées à l'eau distillée, pressées légèrement entre papier à filtrer, desséchées à l'étuve et se réduisaient à 1gr7736. Les feuillles contenaient donc un poids sec de 28 °/₀.

a) 0gr2369 de la substance sèche ont donné 0gr01228766 d'azote protéique. D'où, 1gr7736 de la substance sèche contiennent 0gr08736 d'azote.

b) 0gr1375 de la substance sèche ont donné 0gr00681296 d'azote protéique. D'où, 1gr7736 de la substance sèche contiennent 0gr08771 d'azote.

0gr08736 }
0gr08771 } en moyenne 0gr0875.

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 1gr3826 d'azote protéique.

c) 0gr3861 de la substance sèche ont donné 0gr00066913 d'azote non digestible. D'où, 1gr7736 de la substance sèche contiennent 0gr00307 d'azote.

d) 0gr3892 de la substance sèche ont donné 0gr00072996 d'azote non digestible. D'où, 1gr7736 de la substance sèche contiennent 0gr00332 d'azote.

0gr00307 }
0gr00332 } en moyenne 0gr00319

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 0gr0519 d'azote non digestible.

II

5gr5158 de feuilles ont été placées sur une solution de saccharose à 5 °/₀ à la *lumière* diffuse. Au bout de trois jours elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience, les feuilles étaient à l'obscurité. La température s'est maintenue entre 20° et 21°.

2 heures 30 minutes..... 37mg6 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 272mg2 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de saccharose à 5 °/₀ à la *lumière* diffuse. Au bout de trois jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue à 20°.

2 heures 30 minutes..... 41mg2 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent dans l'obscurité en une heure 298mg7 d'acide carbonique.

Le rapport de la quantité d'acide carbonique dégagé par les feuilles cultivées à la lumière, à la quantité d'acide carbonique dégagé par les feuilles cultivées à l'obscurité est :

$$\frac{\text{acide carbonique L}}{\text{acide carbonique T}} = \frac{298,7}{109,3} = 2,73$$

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été lavées à l'eau distillée, pressées légèrement entre papier à filtrer, desséchées à l'étuve et se réduisaient à 2gr4535. Les feuilles contenaient donc un poids sec de 44,4 °/₀.

a) 0gr2743 de la substance sèche ont donné 0gr01097612 d'azote

protéique. D'où, 2^{gr}4535 de la substance sèche contiennent 0^{gr}09821 d'azote.

b) 0^{gr}4489 de la substance sèche ont donné 0^{gr}01654576 d'azote protéique. D'où, 2^{gr}4535 de la substance sèche contiennent 0^{gr}09045 d'azote.

$$\left.\begin{array}{l}0^{gr}09821\\0^{gr}09045\end{array}\right\}\text{ en moyenne }0^{gr}09433$$

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 1^{gr}7101 d'azote protéique.

c) 0^{gr}5790 de la substance sèche ont donné 0^{gr}00145992 d'azote non digestible. D'où, 2^{gr}4535 de la substance sèche contiennent 0^{gr}00620 d'azote.

d) 0^{gr}5013 de la substance sèche ont donné 0^{gr}00133826 d'azote non digestible. D'où, 2^{gr}4535 de la substance sèche contiennent 0^{gr}00655 d'azote.

$$\left.\begin{array}{l}0^{gr}00620\\0^{gr}00565\end{array}\right\}\text{ en moyenne }0^{gr}00637$$

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 0^{gr}1154 d'azote non digestible.

A *l'obscurité*, le rapport de la quantité d'acide carbonique dégagé en une heure à la quantité d'azote non digestible à la température 20° est :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{109,3}{51,9} = 2,1$$

A la *lumière*, le même rapport est :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{298,7}{115,4} = 2,5$$

D'où le dégagement d'acide carbonique est sensiblement proportionnel à la quantité des matières protéiques non digestible.

Série d'expériences N° 3.

Vicia Faba L. Feuilles étiolées, au bout de 24 jours de germination à une température comprise entre 17° et 20°. Les feuilles ont été divisées en trois portions.

I

8^{gr}6139 de feuilles ont été placées sur une solution de saccha-

rose à 10 %, à *l'obscurité*. Au bout de quatre jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience, les feuilles étaient dans l'obscurité, à la température 19,5°.

2 heures 30 minutes..... 21mg4 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 99mg4 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de saccharose à 10 %, à *l'obscurité*. Au bout de quatre jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 21,5° et 22°.

1 heure 30 minutes..... 18mg8 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 145mg1 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles desséchées à l'étuve, se réduisaient à un poids sec de 29,6 %.

II

6gr9690 de feuilles ont été placées sur une solution de saccharose à 10 % sous une cloche à doubles parois contenant une solution de bichromate de potassium (*lumière jaune*), exposée aux rayons directs du soleil. Au bout de quatre jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience, les feuilles étaient dans l'obscurité à la température 19,5°.

2 heures 30 minutes..... 21mg4 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 122mg8 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de saccharose à 10 % sous une cloche *jaune*, à la lumière diffuse. Au bout de quatre jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 21,5 et 22°.

1 heure 30 minutes..... 28mg6 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 272mg6 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles desséchées à l'étuve se réduisaient à 3gr3335. Les feuilles contenaient donc un poids sec de 47,8 %.

a) 0gr4687 de la substance sèche ont donné 0gr01569414 d'azote

protéique. D'où, 3gr3335 de la substance sèche contiennent 0gr09024 d'azote.

b) 0gr3328 de la substance sèche ont donné 0gr01107146 d'azote protéique. D'où, 3gr3335 de la substance sèche contiennent 0gr11084 d'azote.

0gr09024 } en moyenne 0gr10054
0gr11084 }

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 1gr4426 d'azote protéique.

c) 0gr8762 de la substance sèche ont donné 0gr00231154 d'azote non digestible. D'où. 3gr3335 contiennent 0gr00878 d'azote.

d) 0gr6218 de la substance sèche ont donné 0gr00176407 d'azote non digestible. D'où, 3gr3335 contiennent 0gr00943 d'azote.

0gr00878 } en moyenne 0gr00910
0gr00943 }

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 0gr1305 d'azote non digestible.

III

7gr6095 de feuilles ont été placées sur une solution de saccharose à 10 °/o sous une cloche à doubles parois contenant une solution de sulfate de cuivre ammoniacal (*lumière bleue*) exposée aux rayons directs du soleil. Au bout de quatre jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience les feuilles étaient à l'obscurité, à la température 19°5.

2 heures 30 minutes..... 24mg4 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 128mg2 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de saccharose à 10 °/o dans une cloche *bleue* à la lumière diffuse. Au bout de quatre jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 21°5 et 22°.

1 heure 30 minutes..... 24mg8 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 216mg8 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les feuilles, desséchées à l'étuve, se réduisaient à 3gr0568. Les feuilles contenaient donc un poids sec de 40,1 °/o.

a) 0gr3131 de la substance sèche ont donné 0gr01161853 d'azote protéique. D'où, 3gr0568 contiennent 0gr1134 d'azote.

b) 0gr2909 de la substance sèche ont donné 0gr0109494 d'azote protéique. D'où 3gr0568 contiennent 0gr1108 d'azote.

0gr1134 }
0gr1108 } en moyenne 0gr1121

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 1gr4731 d'azote protéique.

c) 1gr0975 de la substance sèche ont donné 0gr00316316 d'azote non digestible. D'où, 3gr0568 contiennent 0gr00881 d'azote.

d) 0gr6049 de la substance sèche ont donné 0gr00152075 d'azote non digestible. D'où, 3gr0568 contiennent 0gr00768 d'azote.

0gr00881 }
0gr00768 } en moyenne 0gr00824

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 0gr1082 d'azote non digestible.

Dans la moitié *jaune* du spectre solaire le rapport de la quantité d'acide carbonique dégagé en une heure à la quantité d'azote non digestible est :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{272,6}{130,5} = 2,08$$

Dans la moitié *bleue* du spectre solaire le même rapport est :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{216,8}{108,2} = 2,00$$

Série d'expériences N° 4

Vicia Faba L. — Feuilles étiolées après 23 jours de germination à une température comprise entre 17° et 20°. Les feuilles ont été divisées en deux portions.

I

5gr0474 de feuilles ont été placées sur une solution de saccharose à 10 °/₀ sous *cloche jaune* exposée aux rayons directs du soleil. Au bout de quatre jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience les feuilles étaient à l'obscurité à une température 20°5-21°.

2 heures 30 minutes..... 21mg de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 166mg4 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de saccharose à 10 °/₀ sous une *cloche jaune* exposée aux rayons directs du soleil. Au bout de quatre jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer à une température 25°-26,5°.

1 heure 30 minutes..... 21mg8 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 287mg2 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles, desséchées à l'étuve, se réduisaient à 2gr7753. Les feuilles contenaient donc un poids sec de 54,9 °/₀.

a) 0gr5700 de la substance sèche ont donné 0gr01526833 d'azote protéique. D'où, 2gr7753 de la substance sèche contiennent 0gr0743 d'azote.

b) 0gr5000 de la substance sèche ont donné 0gr01386924 d'azote protéique. D'où, 2gr7753 de la substance sèche contiennent 0gr0767 d'azote.

0gr0743 }
0gr0767 } en moyenne 0gr0755

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 1gr4958 d'azote protéique.

c) 0gr9367 de la substance sèche ont donné 0gr00291984 d'azote non digestible. D'où, 2gr7753 contiennent 0gr00865 d'azote.

d) 0gr7100 de la substance sèche ont donné 0gr00200739 d'azote non digestible. D'où, 2gr7753 contiennent 0gr00781 d'azote.

0gr00865 }
0gr00781 } en moyenne 0gr00823

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 0gr1635 d'azote non digestible.

II

4gr5451 de feuilles ont été placées sur une solution de saccharose à 10 °/₀ sous *cloche bleue* exposée aux rayons directs du soleil. Au bout de quatre jours elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience les feuilles étaient à l'obscurité à une température 20,5°-21°,

2 heures 30 minutes..... 23mg de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 203^{mg}4 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de saccharose à 10 °/₀ sous une *cloche bleue* exposée aux rayons directs du soleil. Au bout de quatre jours, elles ont été mises à l'appareil de Pettenkofer à une température 25°-26,5.

1 heure 30 minutes..... 25^{mg}6 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 374^{mg} d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles desséchées à l'étuve se réduisaient à 2^{gr}5535. Les feuilles contenaient donc un poids sec de 56,1 °/₀.

a) 0^{gr}3742 de la substance sèche ont donné 0^{gr}01040193 d'azote protéique. D'où, 2^{gr}5535 contiennent 0^{gr}0709 d'azote.

b) 0^{gr}5292 de la substance sèche ont donné 0^{gr}01532916 d'azote protéique. D'où, 2^{gr}5535 contiennent 0^{gr}739 d'azote.

$$\left.\begin{array}{l}0^{gr}0709\\0^{gr}0739\end{array}\right\}\text{ en moyenne } 0^{gr}0724$$

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 1^{gr}5929 d'azote protéique.

c) 0^{gr}8298 de la substance sèche ont donné 0^{gr}00267652 d'azote non digestible. D'où 2^{gr}5535 contiennent 0^{gr}00824 d'azote.

d) 0^{gr}6243 de la substance sèche ont donné 0^{gr}00206822 d'azote non digestible. D'où, 2^{gr}5535 contiennent 0^{gr}00830 d'azote.

$$\left.\begin{array}{l}0^{gr}00824\\0^{gr}00830\end{array}\right\}\text{ en moyenne } 0^{gr}00827$$

D'où, 100 grammes de feuilles contiennent 0^{gr}1819 d'azote non digestible.

Dans la moitié *jaune* du spectre solaire le rapport de la quantité d'acide carbonique, dégagé en une heure, à la quantité d'azote non digestible est :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{287,2}{163,5} = 1,75$$

Dans la moitié *bleue* du spectre solaire le même rapport est :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{374,0}{181,9} = 2,05$$

Série d'expériences N° 5.

Vicia Faba L. — Feuilles étiolées au bout de 24 jours de germination à une température comprise entre 17° et 20°. Les feuilles ont été divisées en trois portions.

I

3gr0448 de feuilles ont été placées sur une solution de saccharose à 10 °/₀, sous une *cloche jaune* exposée à la lumière diffuse. Au bout de trois jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience, les feuilles étaient à l'obscurité à une température 23,5°-25,5°.

2 heures 30 minutes..... 9mg2 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 120mg8 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de saccharose à 10 °/₀ sous une *cloche jaune* à la lumière diffuse. Au bout de quatre jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Température pendant l'expérience 21°-22,5°.

2 heures 30 minutes..... 11mg8 de CO^2

D'où 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 155mg d'acide carbonique.

II

3gr1309 de feuilles ont été placées sur une solution de saccharose à 10 °/₀ sous une *cloche bleue* à la lumière diffuse. Au bout de trois jours elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience, les feuilles étaient dans l'obscurité à une température 23,5°-25,5°.

2 heures 30 minutes..... 10mg4 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 132mg9 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de saccharose à 10 °/₀ sous une *cloche bleue* à la lumière diffuse. Au bout de quatre jours elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Température pendant l'expérience 21°-22,5°.

2 heures 30 minutes..... 12mg3 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 157^{mg}1 d'acide carbonique.

III

2^{gr}9592 de feuilles ont été placées sur une solution de saccharose à 10 °/₀ sous une cloche à double paroi contenant une couche d'eau à la lumière diffuse. Au bout de trois jours elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience les feuilles étaient à l'obscurité à une température 23,5°-25,°.

2 heures 30 minutes..... 11^{mg}6 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 156^{mg}8 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été placées dans les mêmes conditions. Au bout de quatre jours elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant l'expérience, les feuilles étaient à l'obscurité à une température 21-22,5°.

2 heures 30 minutes..... 12^{mg}3 de CO^2

D'où, 100 grammes de feuilles dégagent en une heure 166^{mg}2 d'acide carbonique.

IV. Résultats des expériences

Aucun agent extérieur n'est pas pour les plantes d'une importance aussi grande que la lumière. C'est de la lumière que dépend non seulement la nutrition, mais aussi la forme des plantes.

Quant à la nutrition, l'action de la lumière ne se borne pas seulement à former des matières organiques avec substances minérales. L'importance de la lumière est beaucoup plus variée : c'est aussi sous l'influence de la lumière que s'opère l'élaboration de certaines combinaisons organiques, pour en produire d'autres plus compliquées.

Dans les expériences que j'ai décrites les feuilles étiolées recevaient en abondance le saccharose, par conséquent elles n'avaient pas besoin d'assimiler l'acide carbonique de l'atmosphère. Néanmoins il suffisait de jeter un coup d'œil sur les résultats pour remarquer l'énorme différence entre les cultures exposées à l'obscurité d'un côté et les feuilles exposées à la lumière de l'autre. Comme je l'ai déjà décrit dans le chapitre précédent les feuilles étiolées étaient divisées en deux portions, puis chaque portion de

feuilles était placée sur une solution de saccharose de la même concentration (5 ou 10 °/₀), ensuite une portion était exposée à la lumière, l'autre était placée à l'obscurité à température égale. Au bout de 6 jours les feuilles placées à l'obscurité étaient restées jaunes. Au contraire celles qui étaient exposées à la lumière s'étaient colorées en vert intense et étaient d'une plus grande dimension que les feuilles exposées à l'obscurité.

100 grammes des feuilles contenaient en poids sec :

	Feuilles fraîches cueillies	Après une culture de 6 jours sur la solution de saccharose	
		à l'obscurité	à la lumière
1re Expérience	21,4	29,4	45,9
2me Expérience	21,4	28,0	44,4

Dans la première expérience l'augmentation de la substance sèche à l'obscurité est égale à 8 grammes, tandis que, à la lumière, dans les mêmes conditions, l'augmentation de la substance sèche est égale à 24gr5. *Les feuilles étiolées ont assimilé à la lumière trois fois plus de saccharose qu'à l'obscurité.*

On peut se demander à quels changements sont sujettes dans mes expériences, les matières protéiques.

Quelques auteurs (Saposchninoff (1), Suzuki (2), Godlewski (3), Laurent, Marschal et Carpiaux (4)) prétendent que la lumière est indispensable à la formation des matières protéiques dans les feuilles; d'autres (Kinoskita (5), Hansteen (6) et Zaleski (7)), au contraire, en nient la participation.

(1) Saposchninoff : *Les matières protéiques et les hydrates de carbone*, etc. (Tomsk, 1894. En langue russe).

(2) Suzuki : *On an important Function of Leaves.* (Tokyo, Bulletin of College of Agriculture, vol. III, nº 3).

(3) Godlewski : *Zur Kenntniss der Eiweissbildung aus Nitraten.* (Anzeiger der Akad. d. Wissensch. in Krakau. März. 1897).

(4) Laurent, Marschal et Carpiaux : *Recherches expérimentales sur l'assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique par les plantes supérieures.* (Bulletin de l'Acad. de Belgique. 3e série, XXXII, p. 816.)

(5) Kinoskita : Bulletin of College of Agriculture, Tokyo, 1895.

(6) Hansteen : Berichte d. deutschen bot. Gesellschaft. 1896. XIV. Heft. 9.

(7) Zaleski : Berichte botan. Gesellschaft. 1898, pages 146, 536.

Mes expériences n'ont rapport qu'à la régénération des matières protéiques provenant des combinaisons organiques azotées, renfermées dans les feuilles étiolées, et de saccharose. Le tableau suivant présente les résultats obtenus :

(En milligrammes le taux de l'azote des matières protéiques contenu dans 100 grammes de feuilles fraîches).

	Feuilles fraîches cueillies	Après une culture de 6 jours sur une solution de saccharose	
		à l'obscurité	à la lumière
1re expérience....	1362	1459	1607
2e expérience	1362	1382	1710

Par conséquent, je trouve que la régénération des matières protéiques peut aussi s'effectuer à l'obscurité. En outre, j'ai trouvé que : *en présence du saccharose la régénération des matières protéiques à la lumière s'effectue plus énergiquement qu'à l'obscurité.*

Il serait difficile de dire quelle est la cause d'une telle différence. Seulement, comme les feuilles étiolées renferment diverses combinaisons azotées, il est possible que quelques-unes d'entre elles ne puissent régénérer les matières protéiques qu'en présence de la lumière (et en présence de la chlorophylle peut-être ?).

Les différents rayons du spectre solaire n'agissent pas également sur la régénération des matières protéiques.

(Le taux de l'azote des matières protéiques contenu dans 100 gr. de feuilles fraîches, en milligrammes, après une culture de 8 jours sur une solution de saccharose).

	Sous des cloches jaunes	Sous des cloches bleues
Troisième expérience.....	1442	1473
Quatrième expérience.....	1495	1592

Dans la seconde moitié du spectre (bleue) la régénération des matières protéiques s'effectue plus énergiquement que dans la première (jaune).

Les expériences relatives aux conditions de la formation des matières protéiques non digestibles dans les feuilles étiolées donnent les résultats beaucoup plus importants :

(Le taux de l'azote des matières protéiques non digestibles dans 100 gr. de feuilles fraîches, en milligrammes).

	Feuilles fraîches cueillies	Après une culture de 6 jours sur une solution de saccharose.	
		à l'obscurité	à la lumière
1re expérience.	18,6	82,6	166,4
2e expérience.	18,6	51,9	115,4

Ce tableau nous montre que les feuilles étiolées de Fève sont très pauvres en matières protéiques non digestibles. La cause de cette pauvreté s'explique par l'absence des hydrates de carbone dans les feuilles. Il suffit de donner aux feuilles une quantité suffisante de saccharose afin d'augmenter, en l'absence de la lumière, de plus de 8 fois la quantité des matières protéiques.

Cependant, la quantité des matières protéiques non digestible nécessaire aux feuilles, ne peut se former à l'obscurité, comme le montre le tableau précédent. Il s'est formé plus de deux fois plus de matières protéiques non digestibles dans la culture à la lumière qu'à l'obscurité.

Moyennant une quantité suffisante d'hydrates de carbone, les feuilles forment beaucoup plus de matières protéiques non digestibles à la lumière qu'à l'obscurité.

Les hydrates de carbone et la lumière sont indispensables à la formation normale des matières protéiques non digestibles dans les feuilles.

Quant à l'influence des différents rayons du spectre sur la formation des matières protéiques non digestibles, les expériences faites à ce sujet ont donné malheureusement des résultats peu satisfaisants :

(Le taux de l'azote des matières protéiques non digestibles dans 100 gr. de feuilles fraîches, en milligrammes, après une culture de 8 jours sur une solution de saccharose).

	Sous une cloche jaune	Sous une cloche bleue
Troisième expérience......	130,5	108,2
Quatrième expérience......	163,5	101,9

Dans la troisième expérience, la culture sous la cloche bleue avait l'air maladive, voilà pourquoi les résultats obtenus ne peuvent être pris en considération.

Nous pourrons donc dire, en ne tenant compte que de la quatrième série d'expériences :

Dans la seconde moitié du spectre (bleue) il se forme plus de matières protéiques non digestibles que dans la première (jaune).

Il n'y a pas un seul phénomène physiologique qui indique aussi précisément l'activité vitale des plantes que la respiration. Le phénomène de la respiration est intimement lié à la plupart des réactions qui s'effectuent dans les plantes. Les cultures comparatives sur le sucre des plantes étiolées, à la lumière et à l'obscurité, ont démontré la différence des actions chimiques dans ces conditions. Il était à prévoir que cette différence influerait aussi sur la respiration. C'est ce qui a lieu, en effet, comme on le voit par le tableau ci-dessous :

Acide carbonique dégagé à l'obscurité par 100 gr. de feuilles fraîches à 1°20-22,5, en milligrammes.

Après culture de 6 jours sur une solution de de saccharose :

	à l'obscurité	à la lumière
1re expérience............	101,6	230,5
2e expérience............	109,3	298,7

Donc, *les feuilles traitees par le sucre et la lumière ont dégagé à l'obscurité plus du double d'acide carbonique que les feuilles traitées seulement par le sucre.*

Dans un travail précédent (1), j'ai démontré que la quantité

(1) W. Palladine : Revue générale de Botanique, 1896, p. 225.

d'acide carbonique dégagé par les plantes est en corrélation avec la quantité de matières protéiques non digestibles qu'elles contiennent. Les expériences rapportées servent à confirmer ma thèse.

Le rapport de la quantité CO^2 d'acide carbonique dégagé en une heure à la quantité N de l'azote non digestible est :

1re expérience . .
$$a) \text{ Obscurité } \frac{CO^2}{N} = \frac{101,6}{82,6} = 1,23.$$
$$b) \text{ Lumière } \frac{CO^2}{N} = \frac{230,5}{166,4} = 1,38.$$

Par conséquent, autant la quantité des matières protéiques non digestibles augmente pendant la germination à la lumière, autant augmente aussi la quantité d'acide carbonique dégagé.

2e expérience . .
$$a) \text{ Obscurité } \frac{CO^2}{N} = \frac{109,3}{51,9} = 2,1.$$
$$b) \text{ Lumière } \frac{CO^2}{N} = \frac{298,7}{115,4} = 2,5.$$

Dans cette expérience, nous remarquons la même corrélation.

Dans la troisième expérience, la culture sous la cloche bleue avait l'air maladive et dégageait à l'obscurité moins d'acide carbonique que la culture sous la cloche jaune. L'analyse a démontré que sous la cloche bleue il s'était formé aussi autant de fois moins de matières protéiques moins digestibles.

3e expérience
$$a) \text{ Lumière jaune } \frac{CO^2}{N} = \frac{272,6}{130,6} = 2,08$$
$$b) \text{ Lumière bleue } \frac{CO^2}{N} = \frac{216,8}{108,2} = 2,00$$

Dans la quatrième expérience, la culture sous la cloche bleue dégageait plus d'acide carbonique que la culture sous la cloche jaune. L'analyse a démontré que sous la cloche bleue il s'était formé plus de matières protéiques non digestibles que sous la cloche jaune.

4e expérience
- a) Lumière jaune $\frac{CO^2}{N} = \frac{287,2}{163,5} = 1,75$
- b) Lumière bleue $\frac{CO_2}{N} = \frac{374,0}{181,9} = 2,05$ (1)

Varsovie : *Laboratoire de botanique de l'Université.*

(1) Dans mon travail précédent j'ai trouvé que les rapports de la quantité d'acide carbonique dégagé en une heure à la température 19° à 22° à la quantité d'azote de matières protéiques non digestibles sont égaux :

Blé germant.	Première expérience. .	1,05
		1,15
	Deuxième expérience. .	1,07
		1,18
Lupin germant.		1,12
Feuilles étiolées de Fève, après introduction de sucre dans leurs tissus.		1,10
	En moyenne. . . .	1,11

En vue de la difficulté des expériences de ce genre, il faut considérer les variations obtenues comme très insignifiantes. Par conséquent, j'ai énoncé la conclusion générale suivante : Pour une température donnée et une quantité suffisante d'hydrate de carbone, le rapport entre la quantité d'acide carbonique dégagé par diverses plantes en une heure et la quantité d'azote non digestible est une constante.

$$\frac{Co^2}{N} = a,$$

Cette quantité *a* à la température 20°-22° étant approximativement égale à 1,1, cette valeur du rapport était maximum.

Mais, mes expériences nouvelles ont démontré que la quantité *a* peut être plus grande. Par exemple, dans la deuxième expérience la quantité *a* est égale à 2,5. Ce résultat doit donner lieu à de nouvelles recherches permettant d'élucider cette question.

PHYLOGÉNIE DES ULMACÉES

par M. Ch. HOULBERT.

L'un des faits qui attirèrent le plus vivement mon attention, dans le cours de mes précédentes recherches sur l'anatomie comparée du bois secondaire (1), fut le suivant :

Ayant cherché à suivre le développement du bois sur un grand nombre d'espèces considérées à différents âges, et en particulier sur des tiges d'*Ulmus campestris*, pour me rendre compte des modifications qui peuvent affecter ce tissu, et surtout pour apprécier d'une façon plus exacte, ce que je devais appeler *plan ligneux* dans cette famille, je constatai, non sans quelque surprise, que, pendant les premières années du développement, ce plan ligneux n'était pas encore fixé d'une façon invariable.

Comme tous les autres tissus, le bois subit une évolution et cette évolution se fait suivant les lois ordinaires de la phylogénie, c'est-à-dire en reproduisant, d'une façon plus ou moins claire, les stades antérieurs par lesquels il paraît avoir passé avant d'atteindre son état morphologique actuel.

C'est dans le groupe des Ulmacées que ce perfectionnement progressif du bois peut s'observer avec la plus grande netteté; et, si nous partons, en effet, de certaines formes élémentaires d'Urticacées, telles que les Conocéphalées, les Bœhmériées, etc., nous verrons le bois se modifier petit à petit, et, par une série de transformations successives, passer de la structure simple et pour ainsi dire schématique des *Cecropia* à la structure complexe et hautement différenciée des *Ulmus*.

Ces faits sont très importants, car ils touchent à l'une des questions les plus élevées de la philosophie scientifique, celle de l'hérédité et de la descendance. Il me paraît donc utile de reprendre cette question par sa base, pour montrer une fois de plus l'im-

(1) C. Houlbert : *Recherches sur la structure comparée du bois secondaire dans les Apétales*. Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.

portance du *bois secondaire* au point de vue phylogénique et systématique.

Les exemples les plus frappants des faits mentionnés ci-dessus, se rencontrent, comme je l'ai dit, chez les Ulmacées ; ils peuvent être observés dans tous les genres les plus élevés de ce groupe : *Zelkova*, *Celtis*, *Broussonetia*, etc., mais ils se présentent surtout avec une remarquable netteté dans les différentes espèces du genre *Ulmus*.

J'ai employé ici la seule méthode réellement applicable, celle des *superpositions embryogéniques* de M. Giard : voici cette méthode, telle que la caractérise l'éminent professeur de la Sorbonne.

« Prenant, dit-il, deux embryons au même stade, je les place » l'un sur l'autre, de façon que les parties homologues coïncident » avec les parties homologues. Si en un point apparaît à un moment » donné, un organe qui n'est pas morphologiquement équivalent à » l'organe superposé, j'attends jusqu'au stade suivant pour me » prononcer ; si la superposition redevient possible, j'en conclus » qu'il y a eu abréviation de l'embryogénie, et je cherche à me » rendre compte des conditions qui ont déterminé cette abréviation. » Si la divergence morphologique s'accentue, j'en tire cette déduction qu'à partir de ce moment les deux types suivent deux » rameaux différents du tronc commun, et je les suis chacun dans » leur branche spéciale jusqu'à de nouvelles bifurcations (1). »

J'ai fait de même pour la phylogénie des Ulmacées, en m'efforçant d'adapter la méthode aux exigences du sujet.

Prenant le bois des Ormeaux au début de son développement, je l'ai trouvé comparable à celui des *Conocéphalées*. Un peu plus tard, il acquiert la structure du bois des *Bœhmériées*, et plus tard encore celle des *Morées*. J'en conclus que ces trois groupes représentent des étapes de l'évolution des *Ulmacées* et que le bois des *Ulmus* doit être considéré comme le plus différencié de tous ceux qu'on peut observer dans cette famille.

Ces conclusions importantes vont se dégager plus clairement des descriptions que nous allons maintenant donner.

(1) Giard : *Les faux principes biologiques et leurs conséquences en taxonomie*. Rev. scientif., 1876, p. 277.

Ilots primitifs. — Examinons, par exemple, sur une coupe transversale, le bois secondaire d'une très jeune tige d'*Ulmus campestris* (fig. 20), au moment où elle vient d'achever sa différenciation primaire, nous verrons que les premiers vaisseaux et les premières fibres ligneuses se développent en 3 îlots présentant une dissymétrie remarquable. Nous étudierons plus tard les causes de cette dissymétrie.

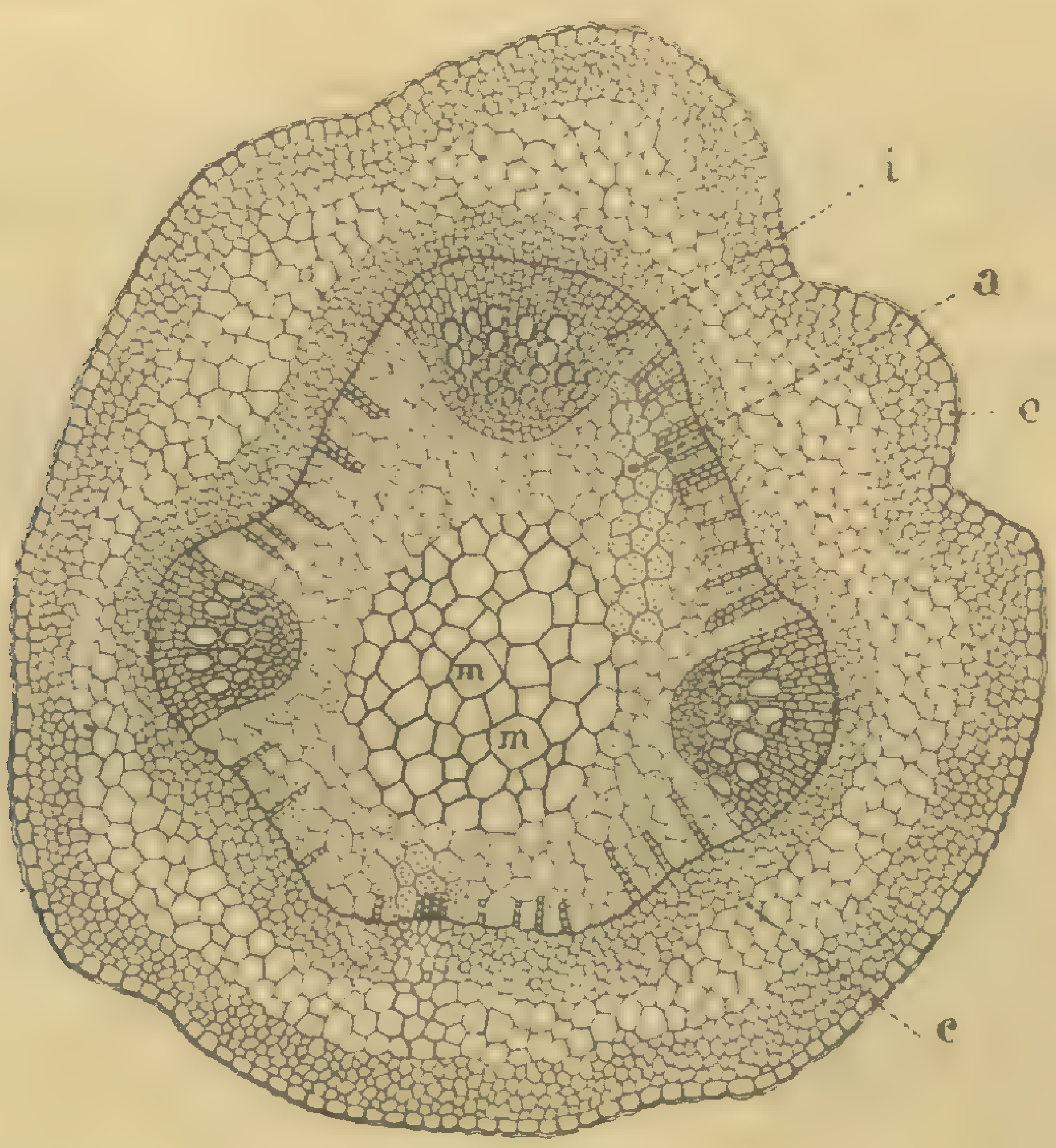


Fig. 20. — *Ulmus campestris* : tige très jeune.

Dans chacun des îlots, les vaisseaux prédominent fortement sur les fibres, desquelles ils se distinguent par leur lumière très large : ils sont tous semblables et groupés en chaînes radiales ; leur paroi est très mince et incolore, et leur section légèrement polygonale, ainsi qu'on l'observe dans les bois les plus simples et dans la plupart de ceux qui sont très jeunes.

Les fibres ligneuses présentent une disposition radiale très nette ; leur paroi est également incolore et faiblement épaissie.

Les rayons médullaires sont déjà très distincts malgré leur faible largeur ; en coupe tangentielle, ils forment des chaînes simples dont la longueur égale 8 à 10 fois la largeur environ.

Par tous ces caractères, ce bois très jeune et en quelque sorte embryonnaire, diffère profondément du bois adulte (1). Dans celui-ci, en effet (2), les vaisseaux présentent de grandes variations dans leurs formes et dans leurs dimensions ; le système des fibres prédomine toujours sur celui des vaisseaux et la paroi des premières, toujours fortement épaissie, réduit constamment la lumière à un point.

Enfin, les rayons médullaires offrent un polymorphisme assez

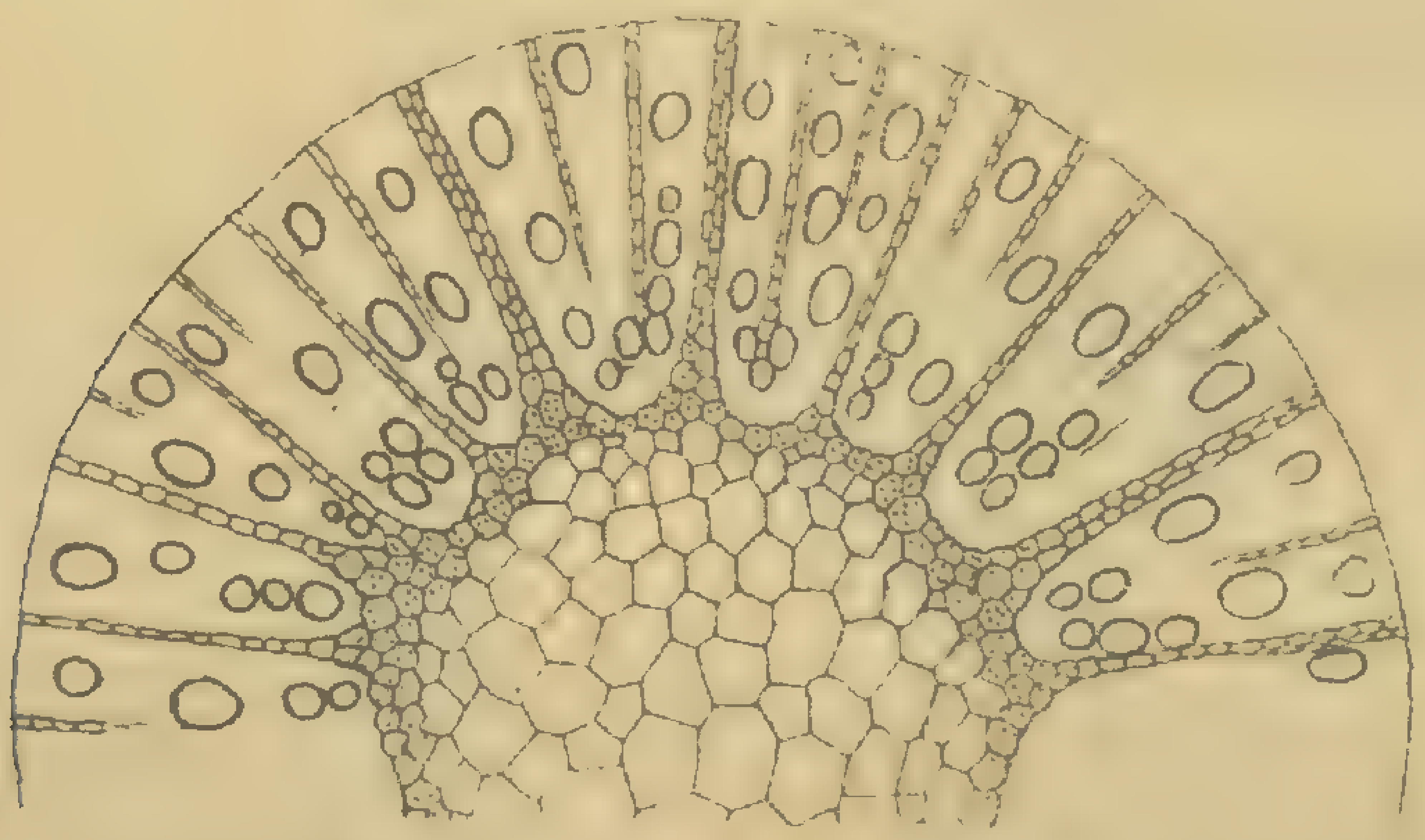


Fig. 21. — *Ulmus campestris* : premier anneau ligneux au début de sa formation.

grand ; les uns, les plus rares, sont étroits et à une seule épaisseur de cellules, les autres sont larges et généralement composés de plusieurs assises de cellules (Fig. 21).

Dans les tiges très jeunes, on continue à trouver les îlots ligneux distincts dont nous avons parlé précédemment (Fig. 20), sur une étendue variable à partir du sommet, mais plus bas, d'autres vaisseaux et d'autres fibres s'intercalent entre eux, et l'anneau ligneux ne tarde pas à se compléter en même temps qu'il perd sa dissymétrie primitive (Fig. 21).

Mais ne nous arrêtons pas plus longtemps qu'il ne convient, sur les caractères de ce bois à peine différencié, et étudions maintenant la structure de l'anneau ligneux lorsqu'il est complet, c'est-à-dire vers la moitié de la première année.

Premier anneau ligneux. — Pour étudier avec fruit, au point de

(1) J'applique cette dénomination au bois secondaire ayant acquis tous ses caractères morphologiques, c'est-à-dire à celui dont le *plan ligneux* est absolument fixé.

(2) C. Houlbert : *Loc. cit.* p. 124.

vue phylogénique, ce premier anneau ligneux, il faut utiliser la région où il est le plus mince. On comprend, en effet, que le long d'un rameau d'un an, long par exemple de 4 à 5 centimètres, toutes les régions ne sont pas également âgées, les plus voisines du sommet sont les plus jeunes. A mesure qu'on se rapproche de la base du rameau, par suite d'une accélération embryogénique facile à comprendre, l'anneau ligneux prend de plus en plus des caractères qui voilent les premières affinités.

Très nets et d'autant plus faciles à saisir qu'on s'adresse à une région plus jeune de la tige, les faits que je signale dans cette étude se verraient avec beaucoup moins de précision, et pourraient même passer inaperçus,

Fig. 22. — *Ulmus campestris* : premier anneau ligneux très jeune. (Gross. 80 diam.).

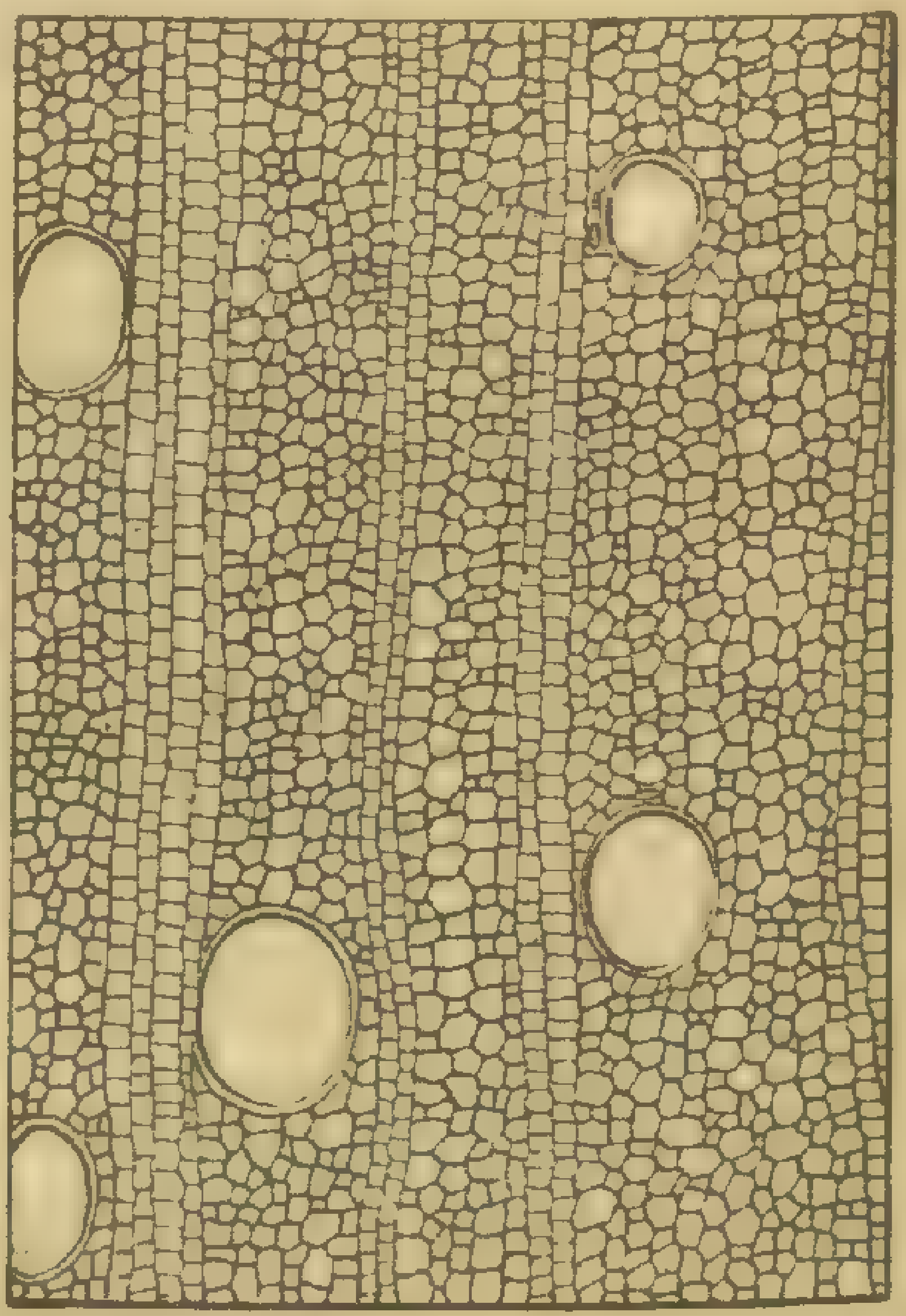


Fig. 23. — *Bœhmeria rugulosa.*

si on ne s'adressait à une région du rameau où la différenciation du bois secondaire est déjà assez avancée.

Ces remarques s'appliquent également à l'étude des anneaux ligneux qui suivent le premier.

Une coupe transversale de ce premier anneau ligneux (Fig. 22) nous montre des vaisseaux isolés, dont la paroi est mince et incolore et dont la section est toujours polygonale.

Le système des fibres ligneuses a augmenté d'importance, et celles-ci, maintenant, ne cesseront de prédominer sur les vaisseaux :

leur paroi est épaissie et encore incolore ; leur disposition, encore franchement radiale, montre cependant déjà une tendance à devenir irrégulière, au moins dans la région qui correspond au bois d'automne.

Les rayons médullaires sont toujours étroits et à une seule assise de cellules.

Cette structure, ainsi qu'on peut s'en rendre compte, est encore bien éloignée de la structure adulte du bois des *Ulmus* ; mais si on la compare à d'autres espèces du même groupe, on verra les différences s'atténuer et les caractères acquièreront alors leur véritable signification phylogénique.

La structure de ce premier anneau ligneux présente, en effet, un ensemble de caractères qui rappellent dans une certaine mesure le bois des Conocéphalées et des Bœhmériées et on se rappelle que nous avons considéré ces deux familles comme les moins différenciées des Ulmoïdes. Dans les deux cas nous trouvons (Fig. 23 et Pl. 3, fig. 7) :

1° Des vaisseaux simples et toujours isolés sous l'épaisseur de l'anneau ligneux.

2° Des fibres ligneuses à disposition radiale ou subradiale.

3° Des rayons médullaires très étroits à une ou deux assises de cellules.

La phase de ressemblance avec les Conocéphalées est très courte, et cela se conçoit puisqu'elle correspond à un rappel de caractères très anciens ; elle est la plus abrégée et la plus condensée de toutes, car, parfois même elle se borne aux rangées de grandes cellules radiales des îlots primitifs ; enfin, très souvent, vers la partie extérieure de l'anneau ligneux, on peut déjà voir s'effacer la ressemblance du bois des *Ulmus* avec ce type ancestral éloigné.

Mais si la concordance des caractères de ce premier anneau ligneux avec ceux qui servent à définir le *plan ligneux* des Conocéphalées est courte chez les *Ulmus*, il n'en est pas de même chez tous les genres qui appartiennent à la même lignée phylétique.

Ainsi, par exemple, dans le genre *Sponia*, la structure caractéristique des *Cecropia* se montre très nette, non seulement dans toute l'étendue du premier anneau ligneux (Fig. 24), mais encore dans les anneaux successifs, jusques et y compris, au moins, celui de la 5e année. Ensuite le bois arrive progressivement à la struc-

ture des *Bœhmeria* qu'il ne dépasse presque pas, comme nous le savons (1).

Une étude semblable faite sur le jeune bois des *Morus*, des *Celtis*, des *Planera*, etc., nous amènerait aux mêmes conclusions.

En résumé, on peut dire que dans les premières phases de son existence, le bois secondaire des *Ulmus* présente des caractères

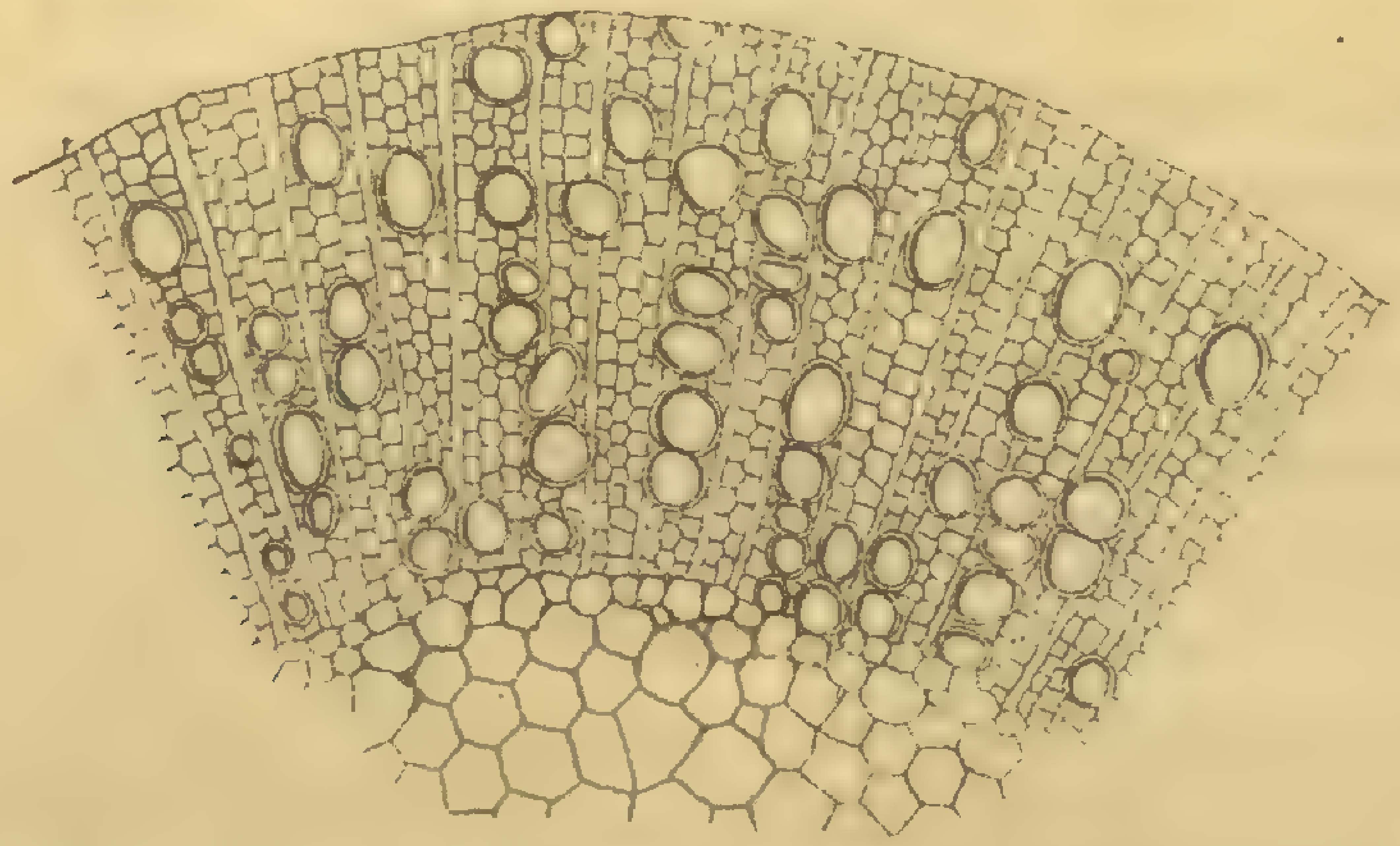


Fig. 24. — *Sponia canescens* : premier anneau ligneux.

qui le rapprochent des Ulmoïdes les plus inférieures ; au début, dans une région très étroite, sa structure peut être comparée à celle du bois des *Cecropia* (Conocéphalées) ; plus tard, il affecte des caractères que les *Bœhmériées* n'ont jamais dépassés : on peut donc considérer ces deux familles comme des étapes de l'évolution des Ulmacées.

Deuxième anneau ligneux. — Étudions maintenant l'anneau ligneux de deuxième année. Tout d'abord il convient de dire que dans les tiges très jeunes, la séparation entre deux anneaux ligneux successifs, si nette et si tranchée dans les bois âgés, est ici très vague et très peu marquée ; elle est même quelquefois à peine appréciable et indiquée seulement par deux ou trois rangées de cellules aplaties.

Le bois montre déjà un perfectionnement notable. En coupe transversale (Pl. 2, fig. 1), on observe que, la plupart du temps, les vaisseaux ne sont plus isolés, mais ils forment de petits groupes

(1) C. Houbert : *Loc. cit.*, p. 115.

distribués avec régularité sur le champ de la coupe; leur paroi est encore mince et incolore et leur section toujours polygonale.

Les fibres ligneuses conservent plus ou moins la disposition radiale; leur paroi est également incolore, mais déjà sensiblement épaissie.

Les rayons médullaires s'élargissent; quelques-uns prennent 2 à 3 épaisseurs de cellules, tandis que les autres conservent la simplicité primitive.

Ces caractères du deuxième anneau ligneux des *Ulmus* sont ceux que nous avons aussi observés précédemment dans le bois adulte des *Planera*, des *Sponia* et des *Morus* (Pl. 2, fig. 2) les plus inférieurs (1).

Je rappellerai également ici la remarque que j'ai faite dans ma thèse à propos du bois du *Planera aquatica*.

« Bien que très remarquable, disais-je, par la disposition de » ses vaisseaux et de ses fibres, cette espèce est surtout instructive » par ses rayons médullaires de deux sortes. Entre les grands » rayons, qui rappellent exactement celle des Ulmacées, se trou- » vent d'autres petits rayons étroits à une seule assise de cellules » rectangulaires, rappelant ceux des Bœhmériées. Par ces deux » sortes de rayons, cette espèce est donc à la fois un *Bœhmeria* et » un *Ulmus*. Si nous supposons que les petits rayons médullaires » disparaissent tout-à-fait, et il n'est pas douteux qu'ils ne soient » en voie de disparition, les grands persisteront seuls et nous » aurons les formes du genre *Morus*.

» On voit donc comment peut s'effectuer le passage des *Bœhmeria* » vers les *Morus*, par la substitution d'une forme de rayons médul- » laires plus parfaits à une forme de rayons plus primitifs.

» La largeur des rayons apparaît donc comme un caractère de » perfectionnement du bois, et, de fait, les Gymnospermes n'ont » que des rayons à une seule assise de cellules (2). »

Troisième et quatrième anneaux ligneux. — Pendant la troisième et la quatrième année, l'anneau ligneux se perfectionne encore, et le perfectionnement se manifeste surtout par le système des fibres ligneuses qui prend un grand accroissement ; celles-ci, de plus,

(1) C. Houlbert : *Loc. cit.* p. 115-116.
(2) C. Houlbert : *Loc. cit.*, p. 116.

épaississent leur paroi, en même temps qu'elles perdent leur disposition radiale (Pl. 2, fig. 3).

Les vaisseaux, larges dans le bois du printemps, deviennent de plus en plus étroits à mesure qu'on s'avance dans le bois d'automne.

Les rayons médullaires s'élargissent ; ils prennent déjà la plupart des caractères qu'ils conserveront ensuite définitivement.

Cette disposition nous conduit à comparer, à ce stade, le bois d'*Ulmus campestris*, et d'une manière générale celui de tous les *Ulmus* au bois des Mûriers supérieurs. Chez ces derniers, comme nous le savons (1), les vaisseaux diminuent également de grandeur dans le bois d'automne ; ils arrivent, en se groupant, à ne plus former que des îlots de vaisseaux étroits (Pl. 3, fig. 8). Mais ces îlots restent toujours indépendants, tandis que chez les *Ulmus* ils s'anastomosent en bandes continues ; c'est pour cela que le bois des Mûriers présente seulement à l'œil nu de simples mouchetures blanchâtres, au lieu des entrelacs capricieux qui parcourent en tous sens le bois des Ormeaux.

Par conséquent nous pouvons donc admettre que l'anneau ligneux de troisième et de quatrième années, présente un bois comparable à celui des Mûriers, ce qui revient à dire que, au point de vue du bois, les Mûriers se sont arrêtés à un stade que les *Ulmus* ont dépassé.

Cinquième et sixième anneaux ligneux.— Il va sans dire que, dans certains cas, la différenciation du bois se fait avec une rapidité fort variable : quelquefois l'anneau ligneux de cinquième année présente déjà des caractères de perfectionnement très accentués.

Quoi qu'il en soit, on observe la plupart du temps, dans les anneaux ligneux de cinquième et de sixième années les bandes continues des *Ulmus* en mélange avec des îlots semblables à ceux du bois des *Morus* (Pl. 2, fig. 4).

Ce caractère est aussi celui que présente le bois de plusieurs *Celtis* ; l'évolution suit donc une marche régulière, dont toutes les étapes ont été conservées par le bois avec une grande fidélité.

Septième, huitième et neuvième anneaux ligneux. — Enfin, si nous arrivons aux anneaux ligneux de septième, de huitième et de neu-

(1) C. Houlbert : *Loc. cit.*, p. 119.

vième années, nous voyons la structure du bois secondaire continuer à se perfectionner.

Les îlots disparaissent complètement, ou bien, si on les rencontre, ce n'est plus que d'une façon accidentelle; ils sont remplacés par les bandes vasculaires continues qui caractérisent le bois d'automne des *Ulmus* (Pl. 3, fig. 5).

Enfin, vers la dixième année, le bois a acquis tous ses caractères ; son *plan ligneux* est fixé désormais, en ce sens que *l'arrangement relatif* de ses vaisseaux, de ses rayons médullaires et de ses fibres, ne varie plus et qu'il est le même dans tous les anneaux ligneux qui se formeront par la suite.

Pourtant, il convient de dire que, même après la dixième année, le bois conserve pendant longtemps encore un caractère typique de *juvénilité;* ce caractère est nettement exprimé par l'absence de coloration ou par la coloration très faible de tous ses éléments.

Au contraire, dans les tiges très âgées, le bois, dans son ensemble, possède une coloration brune, due à un pigment localisé surtout dans les rayons médullaires.

Tous les faits qui précèdent peuvent être, dans certains cas, voilés par des phénomènes d'accélération embryogénique; s'ils ne paraissaient pas suffisamment nets dans le genre *Ulmus*, on pourrait les retrouver, et cela même avec une plus grande clarté, chez les autres genres inférieurs de la famille : c'est ainsi que nous avons pu également les observer chez les *Planera*, les *Morus*, les *Maclura*, les *Celtis*, les *Broussonetia*, etc.

Chacun de ces genres s'arrête à un stade moins différencié que dans le genre *Ulmus*, mais présentant toujours, dans les plus jeunes anneaux ligneux, des caractères qui rappellent le bois de ceux qui les ont précédés dans l'évolution.

L'étude que nous venons de faire nous montre donc que le bois des *Ulmus*, aux diverses phases de sa différenciation, retrace avec une remarquable netteté, en la résumant, pour ainsi dire, l'évolution des Ulmacées.

Cette évolution nous permet de remonter jusqu'aux origines les plus lointaines de la famille, c'est-à-dire à ces espèces, telles que *Laportea photiniphylla*, dont le bois, grossier et léger comme du

liège, dépasse à peine l'état où on l'observe dans les plantes herbacées de la même famille.

Nous saisissons donc ici, en quelque sorte sur le fait, le mécanisme par lequel les tiges herbacées, c'est-à-dire monocarpiques, comme le Chanvre et nos Orties européennes, se sont transformées en tiges arborescentes, c'est-à-dire polycarpiques, par perfectionnement de leur tissu ligneux.

Le groupe par excellence qui renferme le plus de représentants herbacés, celui des Monocotylédones, ne nous offre-t-il pas de même un des plus beaux exemples de ce phénomène dans les Bambous et dans les Palmiers, bien que la *dendrification*, si je puis m'exprimer ainsi, soit obtenue par un procédé différent.

Cette étude nous a amené, de plus, à l'intelligence d'un fait phylogénique extrêmement important, que l'observation du bois adulte nous avait fait entrevoir à peine, et dont la signification nous avait échappé jusqu'ici.

On se rappelle que, dans notre précédent travail (1) et comme conclusion de nos recherches sur la famille des Urticacées, nous avions cru devoir rapporter tous les genres de cette famille à deux types de Conocéphalées qui, à ce moment, nous avaient paru irréductibles : d'un côté *Cecropia obtusa*, présentant de larges bandes de parenchyme ligneux, de l'autre *Cecropia palmata*, ne présentant jamais de bandes semblables.

Nous avions fait du premier le type de notre groupe des Urticoïdes, et du second le type de nos Ulmoïdes ; ensuite nous disions textuellement ceci :

« A partir de ce genre remarquable (*Cecropia*) et de quelques » formes voisines qui présentent le bois le moins différencié, le » groupe immense des Urticacées *évolue selon deux types extrêmement* » *rapprochés*, se pénétrant fréquemment l'un dans l'autre. »

L'étude consciencieuse du bois secondaire adulte ne nous avait jamais permis de confondre ces deux types, et malgré cela, dans notre esprit, nous ne pouvions nous empêcher de les rapporter à la même souche ancestrale.

Par l'étude du jeune bois secondaire le problème s'éclaire d'une façon inattendue et l'examen d'une tige de *Morus cuspidata* nous a donné la solution tant cherchée.

(1) *Loc. citat.*, p. 126.

Avant d'aller plus loin, je me permettrai de rappeler encore ici ce que j'ai dit précédemment à propos du *Morus cuspidata* et du *M. serrata*, alors qu'il m'était impossible de prévoir qu'une solution prochaine était réservée à cette question :

« C'est à tort, selon moi, disais-je, que ces deux espèces sont » données comme de simples variétés de *M. alba*. Leur bois, assez » différent de celui des autres Mûriers, annonce un type imparfait » qui les rapproche incontestablement des *Bœhmeria* et surtout du » *B. rugulosa*. »

Non seulement, en effet, dans *Morus cuspidata* le bois jeune présente l'aspect du bois des Bœhmériées, mais il présente aussi *les bandes transversales de parenchyme qui caractérisent les Urticoïdes* (1).

C'est là, à n'en pas douter, le rappel d'un caractère ancestral qui disparaît dans le bois adulte des *Morus*, et, à la suite de ce genre, dans toutes les Ulmoïdes.

Ce caractère doit même indiquer une filiation fort ancienne, car nous ne l'avons jamais observé dans le bois jeune des *Zelkova*, des *Celtis* et des *Ulmus* ; à partir des *Morus*, il paraît effacé pour toujours.

Quoi qu'il en soit de cette structure remarquable et quelle que soit aussi la signification physiologique que nous devions attribuer à ces bandes de parenchyme, l'étude du *Morus cuspidata* nous fait voir que si les deux groupes d'Urticoïdes et d'Ulmoïdes sont distincts par leur bois dans la nature actuelle, ils ont dû cependant sortir autrefois d'une souche ancestrale unique.

Enfin, l'absence de ces bandes dans le bois adulte nous apparaît comme la conséquence d'une évolution plus avancée et nous confirme encore dans l'opinion que nous avons émise au début de cette étude : à savoir que *les Ulmacées, au point de vue du bois, sont les plus parfaites des Ulmoïdes.*

Résumé et Conclusions

On peut résumer ainsi qu'il suit tous les faits relatifs à la phylogénie des Ulmacées.

(1) Ces bandes sont en général incomplètes, mais nous savons qu'on en trouve de semblables chez certaines Urticoïdes, par exemple chez les *Antiaris* et chez les *Bagassa*.

1° Au point de vue du bois, les *Ulmus* offrent la structure la plus différenciée et la mieux adaptée aux conditions actuelles.

2° Le bois des *Ulmus* indique, dans son développement, un mode de perfectionnement qui rappelle les étapes auxquelles diverses familles ont borné leur évolution.

3° L'anneau ligneux de première année (*Morus*, *Maclura*, *Ulmus*) rappelle le bois des Conocéphalées et surtout des Bœhmériées, par ses vaisseaux simples non groupés dans le bois de printemps, par ses fibres radiales et par l'étroitesse de ses rayons.

4° L'anneau ligneux de deuxième année, chez les *Ulmus*, rappelle le bois adulte des *Planera,* des *Sponia* et des *Morus* inférieurs.

5° Pendant la troisième et la quatrième années, chez les *Ulmus*, l'anneau ligneux montre un bois analogue à celui des *Morus* supérieurs, par ses îlots de vaisseaux disséminés dans le bois d'automne.

6° Vers la cinquième et la sixième années, le bois commence à présenter *les bandes caractéristiques des Ulmus en mélange avec les îlots des Morus*. Il rappelle ainsi la disposition des *Celtis* qui sont, comme on le sait, intermédiaires entre ces deux genres.

7° Pendant la septième, la huitième et la neuvième années, quelquefois plus tôt, quelquefois plus tard, le bois continue à se perfectionner. *Les îlots vasculaires disparaissent complètement dans le bois d'automne*, où ils sont remplacés *par des bandes continues de petits vaisseaux*.

Malgré cela le bois conserve longtemps encore des caractères réels d'imperfection *par l'absence de coloration ou par la très faible coloration* de ses éléments.

8° Enfin, vers la dixième année, le bois des *Ulmus* acquiert (*sauf la coloration*) la structure caractéristique qu'il conservera ensuite dans tout le reste de son existence.

En dehors des faits qui se rapportent directement à la phylogénie des Ulmacées, une conclusion importante et assez inattendue se dégage encore d'elle-même de notre travail : c'est que pour être utile et fructueuse, l'étude comparative du bois secondaire ne doit se faire que sur des échantillons d'âge avancé. Par conséquent, tous les travaux entrepris jusqu'ici par les différents auteurs, avec

les seuls échantillons d'herbier pour matériaux, sont voués à l'avance et de par ce fait, à une stérilité complète.

On comprendra très bien, en effet que, sur ces échantillons, il est bien rare que le bois ait terminé son évolution.

EXPLICATIONS DES PLANCHES

Planche 2

Fig. 1. *Ulmus campestris* : 2e anneau ligneux (Gross. 80 diam.). — Fig. 2. *Morus cuspidata* : coupe transversale. — Fig. 3. *Ulmus campestris* : 4e anneau ligneux (Gross. 80 diam.). — Fig. 4. *Ulmus campestris* : 6e anneau ligneux (bois d'automne). On voit en mélange les îlots des *Morus* et les bandes des *Ulmus*.

Planche 3

Fig. 5. *Ulmus campestris* : bois secondaire d'une tige âgée de 50 ans. — Fig. 6. *Ulmus campestris* : coupe tangentielle. — Fig. 7. *Cecropia obtusa*. — Fig. 8. *Morus nigra*.

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 *(Suite)*.

GREVILLIUS (1) consacre un mémoire à l'étude des plantes xérophiles de l'île d'Œland ; on observe dans cette région des conditions climatériques très diverses au point de vue de l'humidité, mais avec des transitions qui permettent des passages entre les formes d'une même espèce adaptées à l'humidité ou à la sécheresse et font par suite mieux saisir l'action de ce facteur. L'auteur, dans cette étude de la xérophilie, a comparé des individus d'une même espèce croissant dans des lieux humides ou dans des régions sèches et d'autre part l'ensemble des plantes des endroits humides à la flore xérophile totale.

L'Ile d'Œland comprend un plateau calcaire très aride désigné sous le nom d'*Alvar* et dont la flore naine (à peine 20^{cm} de haut) est dépourvue d'arbres ; elle est avant tout constituée par des graminées vivaces. Quelques-unes de ces plantes se protègent contre la transpiration par un abondant revêtement pileux, d'autres par un revêtement cuticulaire de l'épiderme très épais. Le périderme y apparaît de bonne heure ; les stomates sont plus nombreux par unité de surface sur les tiges et les feuilles que dans les formes normales, mais moins nombreux d'une manière absolue ; le tissu palissadique y est plus développé et quelquefois (*Campanula rotundifolia*) les palissades peuvent apparaître dans les formes de l'Alvar sur toute la surface de la feuille.

Les tissus de soutien de la feuille, surtout le collenchyme, sont plus puissants. Les organes souterrains des formes xérophyles sont ordinairement plus faibles que les parties aériennes. La moelle ainsi que la partie interne de l'écorce contient généralement plus de matières de réserves (amidon, oxalate de chaux) que celle des formes normales.

M. Bonnier a montré que les palissades sont moins développées dans les feuilles des plantes du Spitzberg que dans celles qui croissent dans les Alpes aux grandes hauteurs. F. BOERGESEN (2) a étudié de son

(1) G. Y. Grevillius : *Morphologisch-anatomische Studien über die xerophile Phanerogamen-vegetation der Insel Œland* (Engler's bot. Jahrb., XXIII, 1896, p. 24-108. Pl. I-III).

(2) F. Boergesen : *Sur l'anatomie des feuilles des plantes arctiques* (Journal de Bot., IX, 1895, p. 5-8, 21-27).

F. Boergesen : *Bidrag til Kundskaben om arktiske Planters Blandbygning* (Saertryk af Bot. Tidsskrift, XIX, 1895, p. 219-243. Pl. XV-XVII).

côté l'anatomie des plantes arctiques dans un mémoire dont les résultats sont résumés par l'auteur de la manière suivante :

« 1. Les plantes arctiques diffèrent des plantes alpines par le faible développement des palissades, mais elles s'en rapprochent par la structure lâche du mésophylle, par l'apparition fréquente de stomates sur la face inférieure de la feuille et par la position superficielle de ces stomates.

2. La cause du développement médiocre des palissades dans les plantes des régions arctiques doit être cherchée dans la faible intensité de la lumière, circonstance qui tient au peu d'élévation du soleil au-dessus de l'horizon et, du moins dans les régions voisines du bord de la mer, à la fréquence des brouillards.

3. La plupart des plantes arctiques n'offrent aucune adaptation spéciale contre une transpiration trop forte : l'épiderme est généralement mince ; les stomates sont situés au niveau de l'épiderme ou même un peu saillants ; le mésophylle est très lacuneux ; les poils sont le plus souvent peu développés ou font complètement défaut, etc... Les plantes des landes et des localités sèches du Fjeldmark (flore rupestre) font exception à cet égard, leurs feuilles offrant une structure xérophile.

4. Les causes qui empêchent une grande partie des plantes arctiques d'être en général exposées aux dangers d'une transpiration trop active sont l'humidité considérable de l'air et du sol pendant l'été et l'épaisse couche de neige qui les recouvre pendant l'hiver.

5. Le tissu mécanique n'est développé que dans un petit nombre d'espèces. »

SCHOSTAKOWITSCH (1) a recherché quelles sont les dispositions anatomiques qui assurent la protection des bourgeons contre le froid pour les arbres de la région sibérienne ; pour l'auteur le danger qui menace ces bourgeons est la dessiccation, car ils sont dans l'impossibilité de réparer les pertes d'eau dues à l'évaporation ; aussi les modes de protection qu'ils présentent sont-ils analogues à ceux qui empêchent l'évaporation chez les plantes xérophiles ; ce sont un grand développement de la cuticule, un puissant revêtement de poils et l'excrétion de matières résineuses.

Signalons ici, bien qu'elle intéresse exclusivement la morphologie externe, l'étude que ARESCHOUG (2) consacre aux plantes géophiles, c'est-à-dire aux plantes dont les bourgeons se développent dans la terre, et qui constituent ce type biologique réalisé surtout dans les régions où existe chaque année une période froide ou chaude, mais toujours sèche ; l'auteur en montre les différents degrés et étudie la manière dont se comportent les rameaux qui naissent sous terre, les modifications que subissent leurs feuilles, le mode de protection des bourgeons floraux.

(1) W. B. Schostakowitsch : *Ueber die Schutzanpassungen der Knospen sibiris her Baum- und Strauch-Arten* (Mitth. d. ost. sibir. Abth. d. Russ. Geogr. Gesellsch., XXVI, 1896).

(2) F. W. C. Areschoug : *Beiträge zur Biologie der Geophilen Pflanzen* (Acta Reg. Soc. Phys. Lund., VI, 1896, 60 p.).

Worsdell (1) a fait l'étude anatomique de trois espèces du genre parasite *Christisonia*. Les principales particularités que présentent ces plantes, et qui sont en rapport avec leur parasitisme, sont leurs racines anastomosées, le développement de tubercules d'où partent les suçoirs, la réduction du bois dans le cylindre central de la racine et le développement correspondant du liber, le faible développement du tissu conducteur de la tige, corrélatif de l'absence de feuilles remplacées par des écailles. Les suçoirs ont une origine exogène, et non endogène comme chez beaucoup d'autres plantes parasites.

M. Figdor (2-3) a étudié au Jardin botanique de Buitenzorg la Gentianée *Cotylanthera tenuis* et a montré qu'elle n'était pas un parasite, comme on le pensait jusqu'alors, mais une plante saprophyte. L'auteur en fait l'anatomie de tous les membres ; les racines possèdent toujours des mycorhizes ; les feuilles sont réduites à des écailles, complètement dépourvues de chlorophylle. Les ovules sont nus et orthotropes ; l'oosphère est du côté du placenta ; la plante rentre donc dans la catégorie des plantes basigames de M. Van Tieghem (voir plus loin, au chapitre concernant l'ovule, l'analyse d'une note de M. Van Tieghem sur l'acrogamie et la basigamie). La graine même est très faiblement développée ; l'embryon se compose seulement de quelques cellules ; on ne distingue que le suspenseur et la masse embryonnaire indifférenciée.

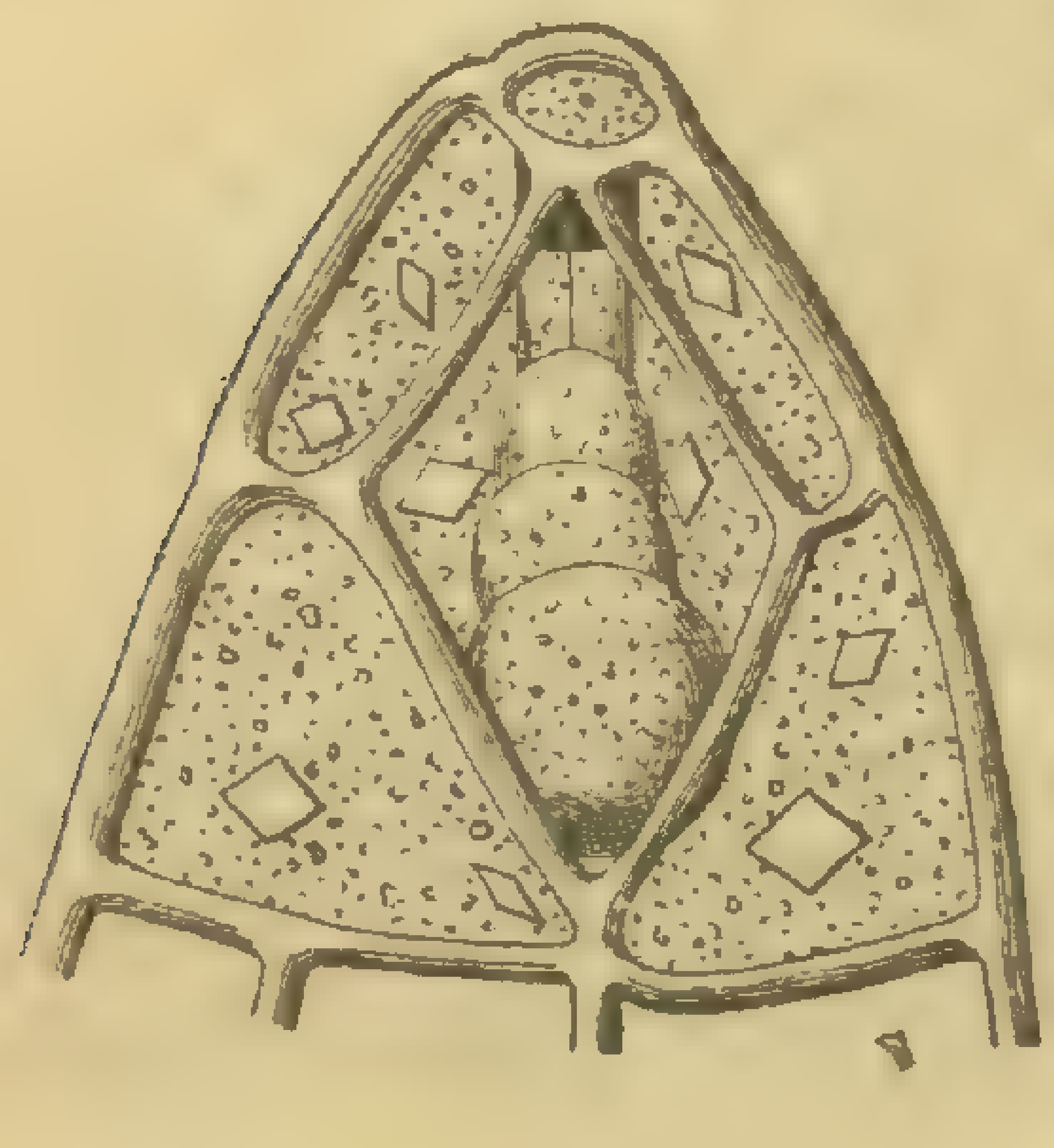


Fig. 25. — Partie supérieure de l'endosperme et embryon du *Cotylanthera tenuis* (G. = 372).

P. Groom (4) consacre un mémoire à l'étude d'une Burmanniacée saprophyte de Malaisie, le *Thismia Aseroe* ; cette plante est surtout intéressante pour les mycorhizes qui s'y développent ; ce n'est pas ici le lieu d'insister sur ces formations ; nous renverrons également au mémoire pour les détails anatomiques trop spéciaux.

E. Heinricher (5) étudie en détail la structure des suçoirs des *Lathrœa clandestina* et *L. Squamaria ;* l'auteur a employé avec succès

(1) W. C. Worsdell : *On the Comparative Anatomy of certain Species of the Genus Christisonia* (Ann. of Botany, IX, 1895, p. 103-137. Pl. V-VI).

(2) W. Figdor : *Beitrag zur Kentniss tropischer Saprophyten* (Vorläuf. Mitth.) (Ber. d. d. bot. Gesellsch., XIII, 1895, p. 335-337).

(3) W. Figdor : *Ueber Cotylanthera. Ein Beitrag zur Kentniss tropischer Saprophyten* (Ann. Buitenzorg, XIV, 1896, p. 213-240).

(4) P. Groom : *On Thismia Aseroe (Beccari) and its Mycorhiza* (Ann. of Botany, IX, 1895, p. 327-363. Pl. XIII-XIV).

(5) E. Heinricher : *Anatomischer Bau und Leistung der Saugorgane der Schuppenwurz-Arten (Lathrœa clandestina* Lam. *und L. Squamaria* L.) (Beitr. z. Biol. d. Pfl., VII, 1895, 92 p., 7 pl.).

l'eau bouillante comme agent fixateur empêchant le noircissement des matériaux. Il distingue dans le suçoir du *L. clandestina* le suçoir proprement dit et un repli extérieur. A la périphérie il est constitué par une écorce à grandes cellules présentant de nombreuses lacunes ; les cellules épidermiques de la racine qui sont au contact de l'hôte s'allongent de manière à constituer un tissu rappelant le tissu palissadique ; elles forment ce que l'auteur désigne sous le nom de papille du suçoir. Les plus externes de ces cellules s'accroissent et ont pour rôle de faciliter la pénétration du suçoir dans l'hôte ; à l'intérieur du suçoir s'observe de nombreuses trachéides dont l'ensemble a un contour semblable à celui d'un clou. Heinricher décrit de même les suçoirs du *L. Squamaria* et insiste sur les différences qu'ils présentent avec ceux de l'espèce précédente, bien que le type général soit le même ; il s'occupe ensuite des substances chimiques qu'on rencontre dans ces suçoirs ; le tissu parenchymateux qui se trouve entre les trachéides est riche en matières phosphorées et en amylodextrine ; les noyaux du parenchyme sont très gros et possèdent dans le *L. clandestina* des cristalloïdes nombreux ; dans le *L. Squamaria* l'écorce primaire contient de nombreux leucoplastes.

Chez les deux espèces on observe dans les cellules du parenchyme des sphères réfringentes, et dans les méats de la partie périphérique de l'écorce une substance qui, après le traitement par l'eau de Javelle, se colore par la fuchsine comme la lignine ; l'auteur pense que ces deux productions sont constituées par une sorte de gomme provenant de la lignine de l'hôte et servant peut-être à la formation d'amylodextrine.

L'auteur étudie les actions mécaniques et chimiques qui entrent en jeu pour déterminer la pénétration des suçoirs et rapporte l'effet prédominant à ces dernières ; l'amidon de l'écorce disparaît devant le suçoir et les membranes lignifiées ou non sont dissoutes par lui. Après avoir donné des détails biologiques de ces plantes, Heinricher étudie le développement de leurs suçoirs et montre qu'il est assez analogue à celui des suçoirs des Rhinanthées et de nature exogène ; il s'oppose à les placer parmi les Orobanchées, mais les rapproche des Rhinanthées parmi les Scrofulariées.

IV. — Anatomie expérimentale.

M. G. Bonnier (1) a étudié expérimentalement les modifications de la structure et des fonctions que présente une même espèce de plante croissant dans la plaine ou à diverses altitudes ; en ce qui concerne les modifications morphologiques et anatomiques elles se résument ainsi :

1° L'ensemble des parties souterraines est relativement plus développé par rapport à l'ensemble des parties aériennes.

(1) G. Bonnier : *Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin* (Ann. Sc. Nat. Bot., XX, 1895, p. 217-260. Pl. V-XVI).

2° Les parties souterraines sont peu modifiées.

3° Les tiges aériennes sont plus courtes, plus velues, à entrenœuds moins nombreux.

4° Les tiges ont leur écorce plus épaisse par rapport au cylindre central ; les divers tissus de ce dernier sont ordinairement moins différenciés.

5° Les feuilles sont généralement plus petites, plus poilues, plus épaisses.

6° Le tissu palissadique est plus développé et ses cellules renferment des grains de chlorophylle plus nombreux.

7° Les fleurs sont plus grandes, au moins relativement, et plus vivement colorées.

Ayant comparé (1894) les plantes arctiques aux plantes alpines de la même espèce M. G. Bonnier avait observé de nombreuses différences anatomiques, telles que la réduction des vaisseaux et du tissu palissadique chez les premières par rapport aux secondes ; or la condition qui varie le plus dans les deux milieux considérés est l'éclairement ; M. Bonnier (1) a recherché expérimentalement quelle est l'action d'un éclairement continu sur la structure des végétaux. L'auteur a comparé la structure de plantes s'étant développées à la lumière électrique continue, à la lumière normale et à l'obscurité ; les plantes exposées à la lumière continue présentent plus de chlorophylle et celle-ci s'y trouve plus uniformément répandue ; la chlorophylle peut même apparaître dans des éléments qui n'en contiennent pas à l'état normal (rayons médullaires, moelle) ; le tissu palissadique subit une grande réduction ; la structure de la tige est simplifiée ; la structure à la lumière électrique continue est intermédiaire entre la structure normale et celle à l'obscurité ; il se produit en somme ce que M. Bonnier désigne sous le nom d'*étiolement vert*.

Les modifications de structure observées peuvent présenter de l'intérêt au point de vue de l'anatomie systématique ; elles permettent de déterminer expérimentalement la subordination des caractères anatomiques ; citons par exemple le cas de la feuille du Pin où la disposition et la constitution du tissu aréolé sont à peine modifiées, alors que les replis si caractéristiques des cellules corticales normales disparaissent complètement.

En exposant des plantes alpines à un éclairement continu dans une atmosphère humide et froide, M. Bonnier a observé que les feuilles nouvelles présentaient les caractères de celles du Spitzberg.

M. W. Russell (2) fait l'anatomie comparée des plantes de même

(1) G. Bonnier : *Influence de la lumière électrique continue sur la forme et la structure des plantes* (Rev. Gén. de Bot., VII, 1895. Pl. VI-XV).

(2) W. Russell : *Influence du climat méditerranéen sur la structure des plantes communes en France* (Ann. Sc. Nat. Bot. Sér. 8, t. I, 1895, p. 323-354. Pl. XV-XVI).

espèce qui se sont développées dans les environs de Paris ou dans la zone méditerranéenne française. L'auteur a observé que les plantes végétant sous le climat méditerranéen présentent un épiderme à cellules plus grandes et plus hautes, à parois plus épaisses, un appareil stomatique plus développé ; l'écorce des tiges aériennes plus réduite revêt souvent la forme palissadique et contient plus d'éléments de soutien ; celle des tiges souterraines est au contraire plus épaisse ; le bois et le liber sont plus développés, les vaisseaux ont un calibre plus considérable ; la sclérification est plus intense, les feuilles sont plus épaisses, les tissus sécréteurs plus abondants.

M. Russell fait le départ, d'après les recherches de M. Dufour et de M. Lothelier, entre les caractères dus à l'intensité de l'éclairement et au faible état hygrométique de l'air (développement du tissu en palissade, augmentation du nombre et du calibre des vaisseaux, des éléments de soutien) et ceux qui sont en rapport avec les nombreuses réserves emmagasinées en raison de la vie active de ces plantes (développement de l'écorce des tiges souterraines).

L. Montemartini (1) consacre un mémoire à l'étude des diverses adaptations anatomiques qui facilitent la fonction chlorophyllienne ; ses conclusions sont les suivantes :

1° En augmentant la proportion d'anhydride carbonique dans l'atmosphère où se développe une feuille on diminue dans son mésophylle le système aérifère et on augmente la formation du tissu palissadique ; le nombre de stomates diminue ainsi que leurs dimensions.

2° Une quantité donnée de chlorophylle, les conditions externes restant semblables, possède une énergie assimilatrice plus considérable dans un tissu lacuneux que dans un tissu palissadique.

3° Dans l'*Euphorbia splendens* et dans les *Opuntia* le système assimilateur est d'autant plus riche en méats intercellulaires que la chlorophylle est plus abondante.

Le tissu palissadique n'est donc pas la forme la plus parfaite de tissu assimilateur mais c'est la forme la mieux adaptée à empêcher une trop forte transpiration.

V. — Fleur.

M. Raciborski (2) consacre un mémoire à l'étude des dispositions anatomiques destinées à protéger contre les influences extérieures les organes floraux, et qui existent absolument chez toutes les plantes, mais à des degrés divers.

L'auteur passe d'abord en revue les modes généraux de protection

(1) L. Montemartini : *Intorno alla anatomia e fisologia del tessuto assimilatore delle piante* (Atti dell'Ist. Bot. di Pavia. Sér. II, vol. IV, 1895, 40 p., 1 pl.).

(2) Raciborski : *Die Schutzvorrichtungen der Blütenknospen* (Flora, LXXXI, 1895, p. 151-194).

des organes sexuels par le calice et la corolle dont les pièces sont étroitement appliquées les unes contre les autres et souvent engrénées entre elles, par l'existence de poils empêchant une trop forte transpiration; lorsque le périgone présente la préfloraison volvaire, les bords des pièces qui le constituent sont étroitement rapprochés par leur cuticule qui se développe beaucoup en cette région et dont les denticulations s'engrènent exactement d'une feuille à l'autre; dans d'autres cas, c'est la formation de mucilages qui assure la protection des jeunes fleurs, particulièrement chez les espèces aquatiques et plusieurs plantes des tropiques.

Après avoir passé ainsi en revue les différentes dispositions en rapport avec la protection des bourgeons floraux, l'auteur étudie plus spécialement un certain nombre de cas particulièrement intéressants, en les classant par groupes biologiques, suivant qu'ils correspondent à des plantes xérophiles, littorales, épiphytes, tropicales, aquatiques, alpines.

Les plantes xérophiles ont leurs organes sexuels protégés par des feuilles florales possédant une cuticule très épaisse (*Eucalyptus*, *Darwinia*) par des cellules huileuses (ovaire de *Pileanthus*); les plantes aquatiques par des mucilages, les plantes alpines par un puissant développement de poils (*Hieracium*, *Leontopodium*, *Artemisia*, Labiées, etc). D'ailleurs, le travail de M. Raciborski, à cause de sa nature même, ne saurait se prêter à une analyse, tout l'intérêt qu'il offre résidant dans l'étude des faits particuliers dont je viens simplement de citer quelques-uns.

Ignaz Familler (1) s'occupe de l'étude anatomique des organes sexuels atrophiés ou adaptés à des fonctions accessoires, dont la morphologie externe est bien connue, mais dont les anatomistes ne s'étaient guère occupés jusqu'à présent; les principaux résultats de cette étude, qui présentent un grand intérêt dans la comparaison des organes normaux et des organes dégradés correspondants, sont les suivants.

L'atrophie de ces organes consiste dans l'arrêt de leur développement normal à différents stades de celui-ci et, pour un même organe d'une même espèce, ce stade peut être très variable. Les cas les plus fréquents d'atrophie des organes mâles sont les deux suivants : 1° le développement s'arrête au stade où le filet est à peine formé; 2° les divisions cellulaires qui amènent normalement la formation de la paroi de l'anthère s'effectuent, mais sans que les cellules mères primordiales se divisent. Dans le pistil, il se forme le plus souvent, mais pas toujours, un sac embryonnaire, mais le tégument est réduit; les ovules peuvent être en tout semblables à ceux qui doivent se développer ultérieurement et ne présenter avec eux qu'une différence de taille.

Dans les fleurs qui possèdent un grand nombre d'étamines et de

(1) Ignaz Familler : *Biogenetische Untersuchungen über verkummerte oder umgebildete Sexualorgane* (Flora, LXXXII, 1896, p. 133-168).

staminodes le passage des unes aux autres est plus graduel. Lorsque le pollen arrive à se constituer dans les anthères atrophiées, il est semblable au pollen normal, à part le nombre de grains qui est moindre. Des observations personnelles m'empêchent de me rallier à la généralisation de cette affirmation ; dans plusieurs anthères atrophiées de Caryophyllées, j'ai observé que les grains de pollen possèdent un protoplasma et des noyaux n'ayant pas les mêmes propriétés que les grains de pollen normaux. Les staminodes filamenteux semblables à ceux des *Pentstemon* ne correspondent pas seulement au filet, mais ils présentent dans leur structure interne, surtout dans les premiers états de leur développement, des restes d'anthère, bien que rien ne les décèle extérieurement Les organes mâles atrophiés, de même que les fleurs complètement stériles, ont pour rôle, *d'après l'auteur*, de donner à l'appareil reproducteur un plus grand éclat, de diriger mécaniquement les insectes qui doivent féconder la fleur, ou d'augmenter les sécrétions (telles sont certaines étamines des *Cassia*).

Payer avait étudié le développement de la fleur du *Trapa natans* et ses observations ne concordent pas toujours avec celles de Gibelli et Ferrero (1) qui ont étudié le développement de la fleur et du fruit dans la même plante. Ils montrent que la fleur apparaît comme une dilatation sphérique au centre de laquelle se forme ensuite une dépression centrale qui en s'exagérant constitue un canal étroit bordé à son entrée par les rudiments des quatre sépales ; puis ceux-ci viennent à s'accoler étroitement et ferment complètement la cavité florale qui s'agrandit et dans laquelle apparaissent les rudiments des étamines, opposées aux sépales; il faut remarquer que dans cette plante les étamines naissent avant les pétales, comme Gœbel l'a déjà montré pour l'Utriculaire; les pétales alternent avec les étamines; ils sont à peine accentués, le contour de l'anthère se distingue à peine, qu'on voit se former les deux bords de la cavité ovarienne; il apparaît quatre bords carpellaires ; les deux antéro-postérieurs disparaissent très vite; la cloison placentaire antéro-postérieure sépare l'excavation de l'ovaire en deux loges; c'est une cloison complète dès le principe et non columellaire, centrale, comme le veut Payer; autour de l'ovaire se constitue un cercle nectarifère; chaque loge contient un ovule anatrope.

Les auteurs ont recherché si d'autres plantes aquatiques présentaient dans leur fleur un pareil mode de protection des organes internes par le calice; on rencontre un fait semblable dans les Podostémacées où la spathe enferme hermétiquement la fleur; dans les Nymphéacées les fleurs en voie de développement sont protégées par une ligule membraneuse et un mucilage abondant; dans l'*Hydrocharis Morsus-Ranæ*,

(1) G. Gibelli e F. Ferrero : *Ricerche di anatomia e morfologia intorno allo sviluppo del fiore e del frutto della Trapa natans* (Malpighia, IX, 1895, 59 p., Pl. XI-XV).

les fleurs sont également protégées par une spathe commune; les fleurs jeunes des *Potamogeton* sont aussi entourées étroitement par la dernière feuille précédant les épis floraux.

Gibelli et Ferrero suivent ensuite pas à pas le développement de la structure anatomique du pédoncule floral, du calice, des étamines dans laquelle la formation des grains de pollen est normale; l'exine de ceux-ci présente trois bandes méridiennes qui la renforcent et qui correspondent aux pores de déhiscence; les sacs polliniques s'ouvrent nettement chacun pour leur compte; la pollinisation est cléistogame. Le disque nectarifère subit une déhiscence par sclérification. Le développement du pistil, du fruit, la formation des différents tissus qui concourent à la constitution de ce dernier, sont étudiés avec beaucoup de détail et nous ne pouvons que renvoyer au mémoire même pour cette partie.

Le *Lachenalia luteola*, Liliacée du Cap de Bonne-Espérance, n'a jamais donné, dans les jardins de l'Université de Berlin, de capsules fructifiées; Lindemuth (1) a montré que, les pénoncules floraux étant coupés et placés dans l'eau, les graines arrivaient à complet développement; il en est de même pour le *Lilium candidum* qui ne donne pas non plus de graines à l'ordinaire.

Lindemuth (2) a de plus constaté que sur les pédoncules floraux du *Lachenalia luteola* ainsi placés dans l'eau il se développait des bulbilles; les pédoncules sont nus, dépourvus de feuilles, et c'est en des points quelconques, sans aucune règle, qu'apparaissent ces formations exogènes, constituées aux dépens de l'épiderme et des assises sous-jacentes de l'écorce et qui se mettent ultérieurement en rapport avec un faisceau; il s'est aussi développé dans ces conditions quelques racines adventives.

L'auteur a pu également provoquer l'apparition de bulbilles sur des pédoncules floraux de Jacinthes dont il coupait les fleurs.

(1) H. Lindemuth : *Ueber Samenbildung an abgeschnittenen Blüthenständen einiger sonst steriler Pflanzenarten* (Ber. d. d. bot. Gesellsch, XIX, 1896, p. 245-247).

(2) H. Lindemuth : *Ueber Bildung von Bulben an dem Blüthenschafte von Lachenalia luteola Jacq. und Hyacinthus orientalis L.* (Ber. d. d. bot. Gesellsch., XIV, 1896, p. 247-252).

(*A suivre*). M. Molliard.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

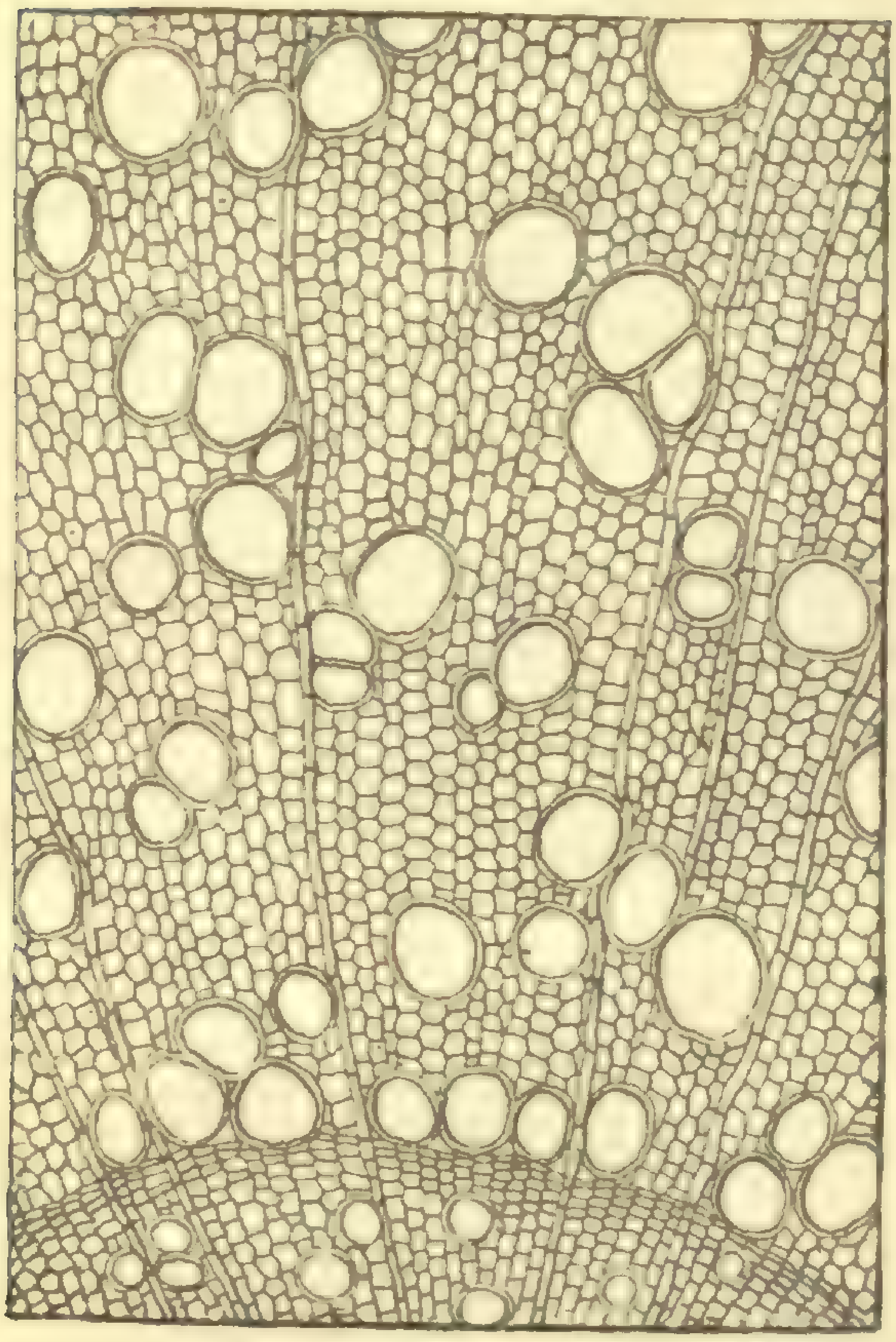


Fig. 1

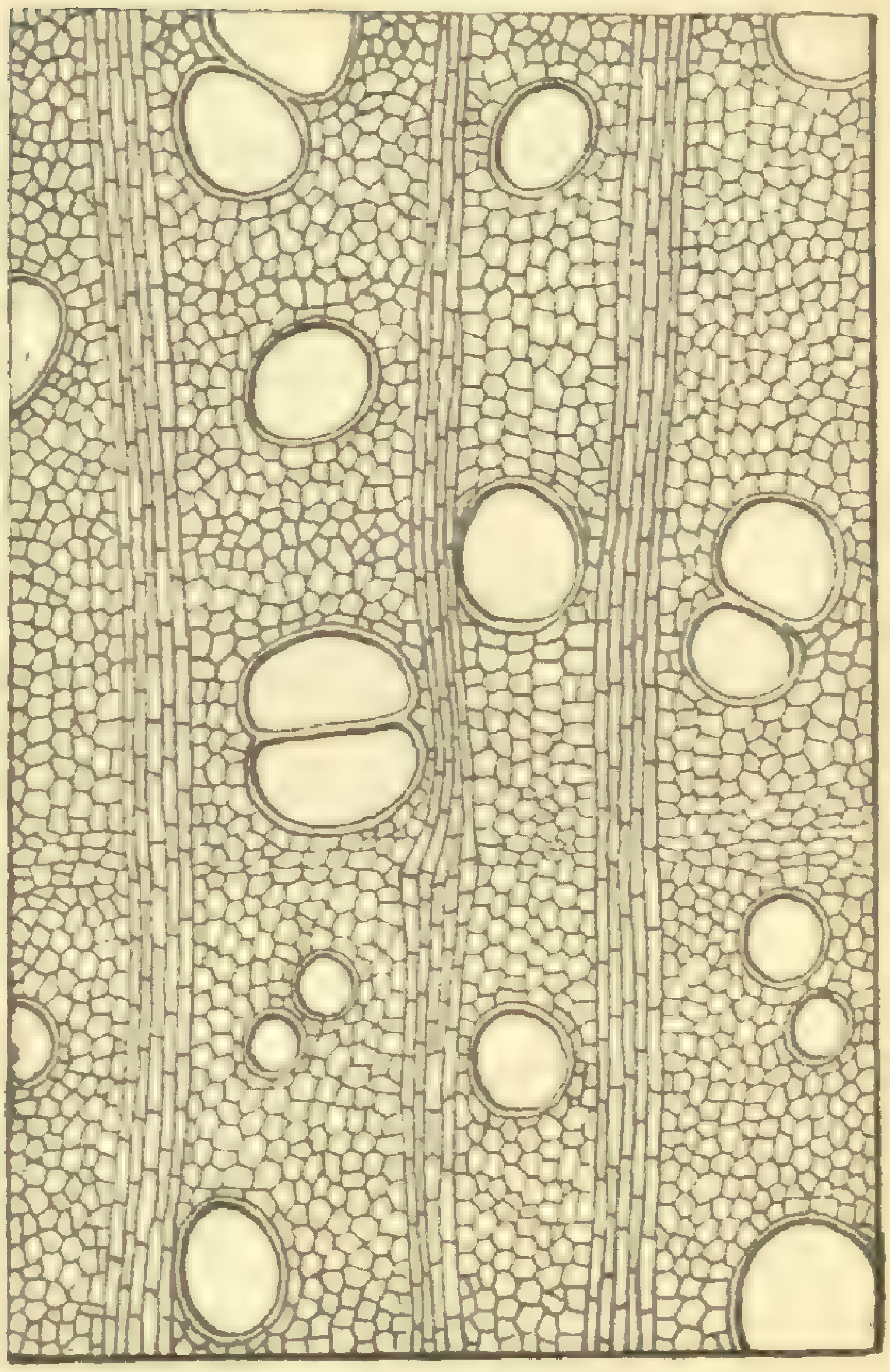


Fig. 2

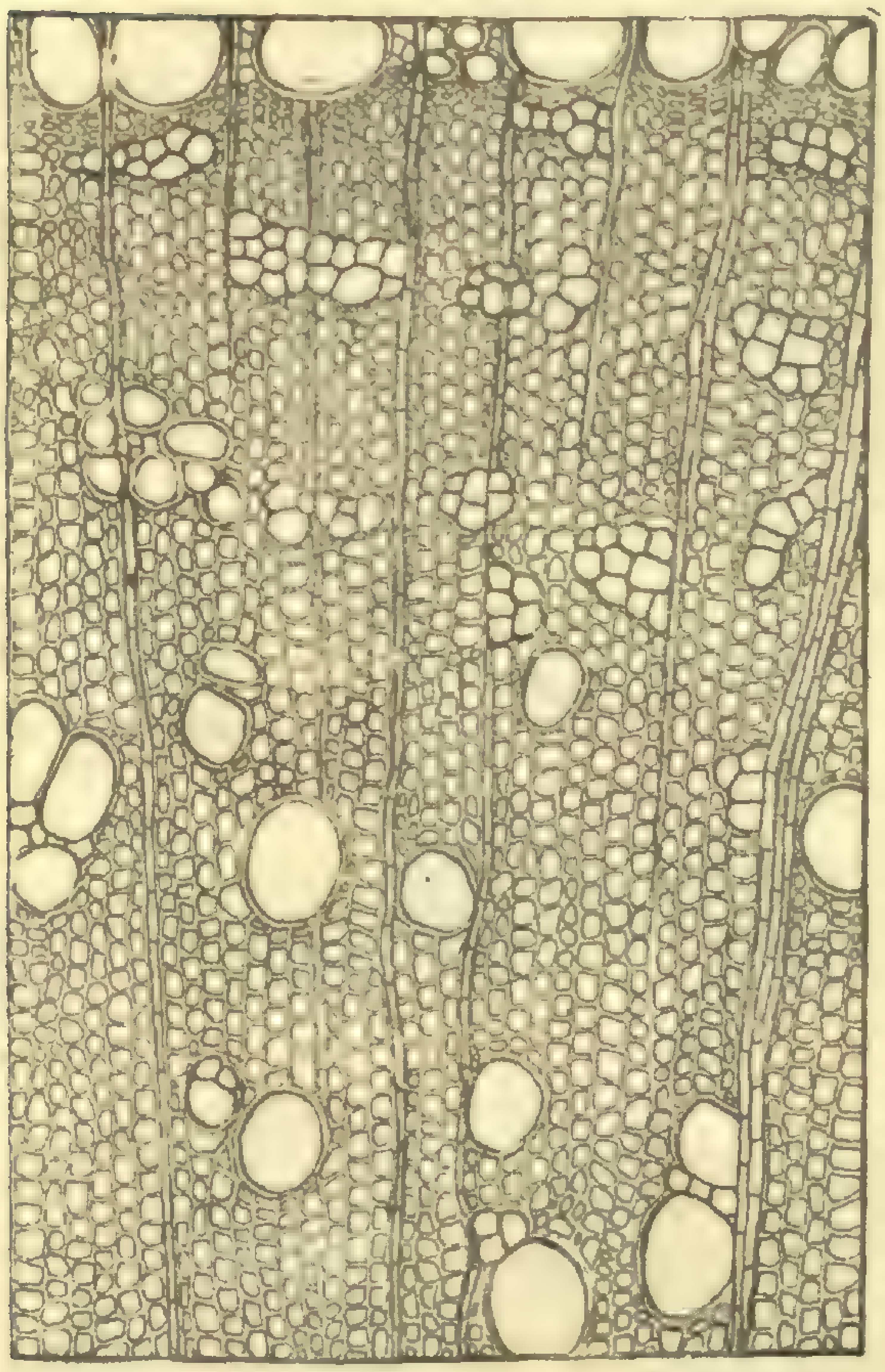


Fig. 3

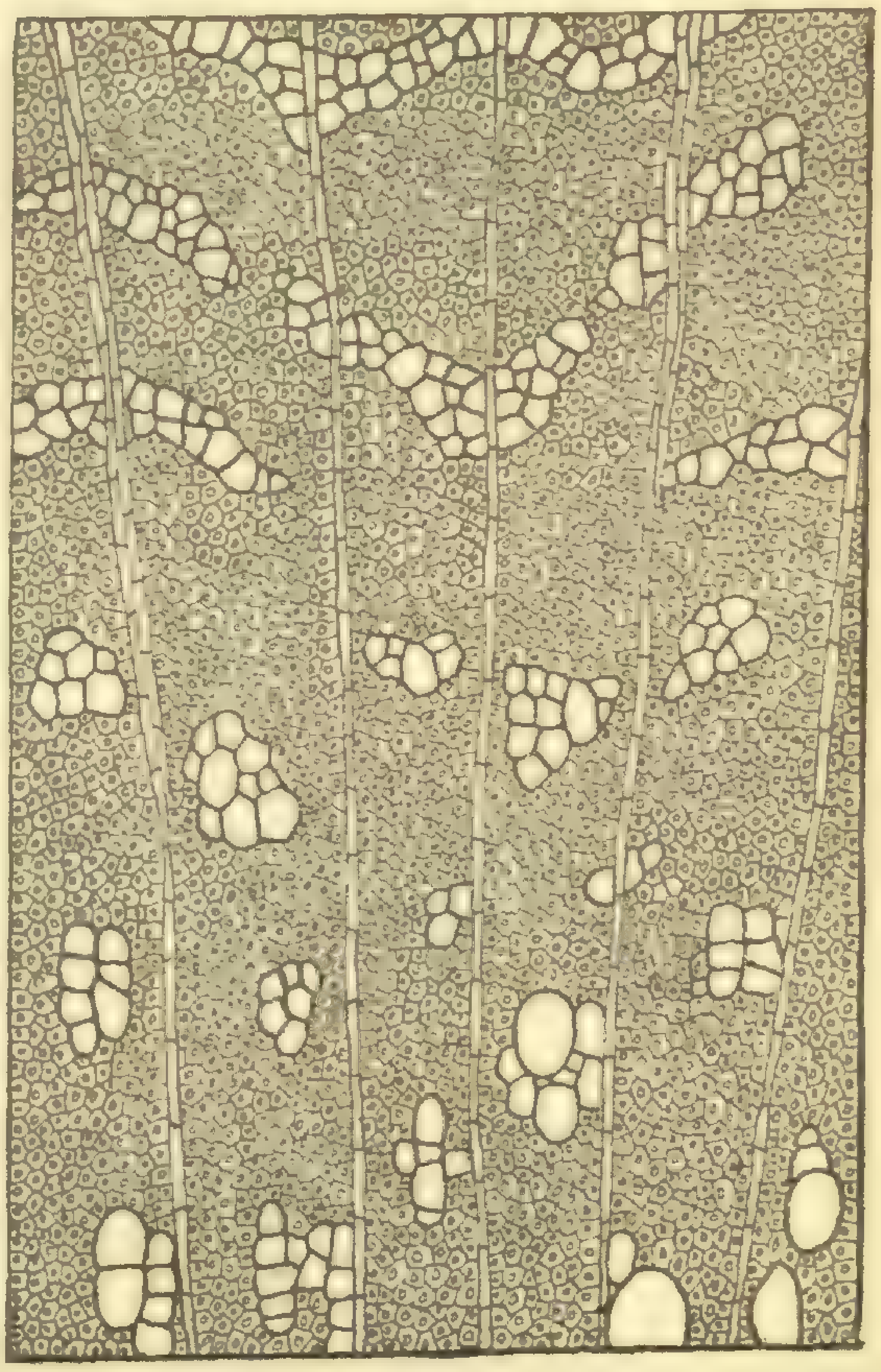


Fig. 4

P. Houlbert del. Imp. Le Bigot. Bertin sc.

Ulmus campestris (1. 3 et 4) ; *Morus cuspidata* (2).

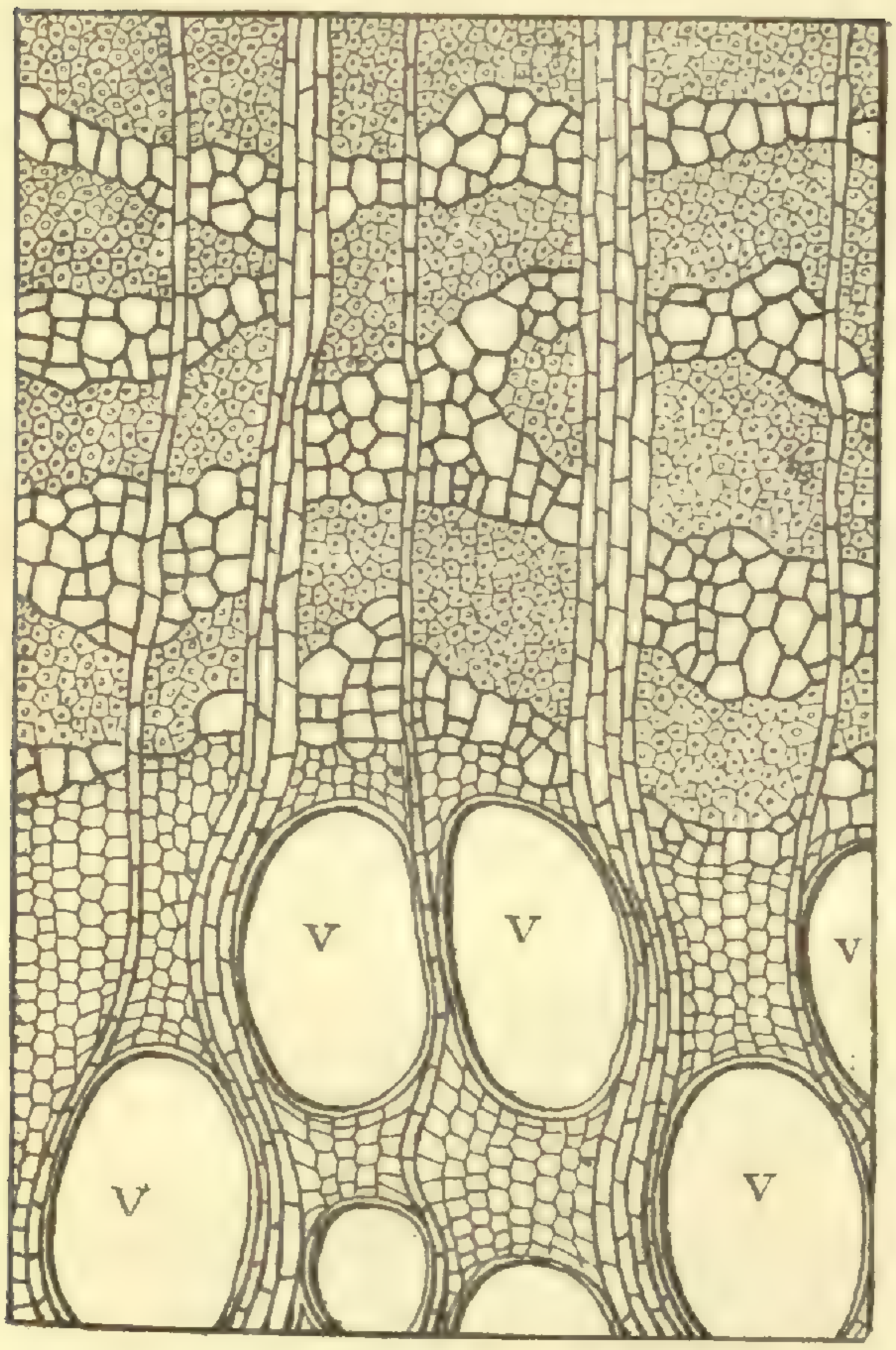


Fig. 5

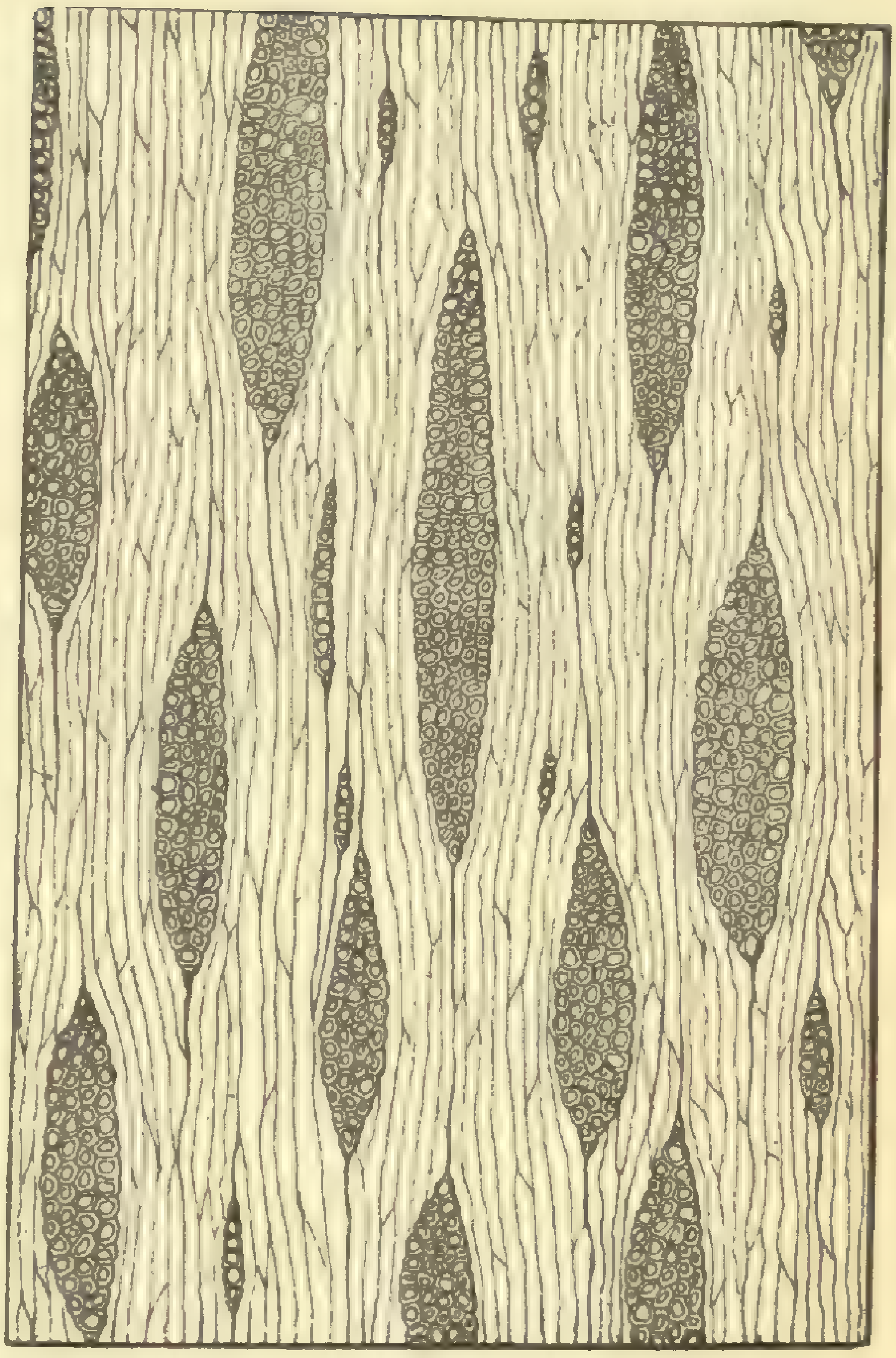


Fig. 6

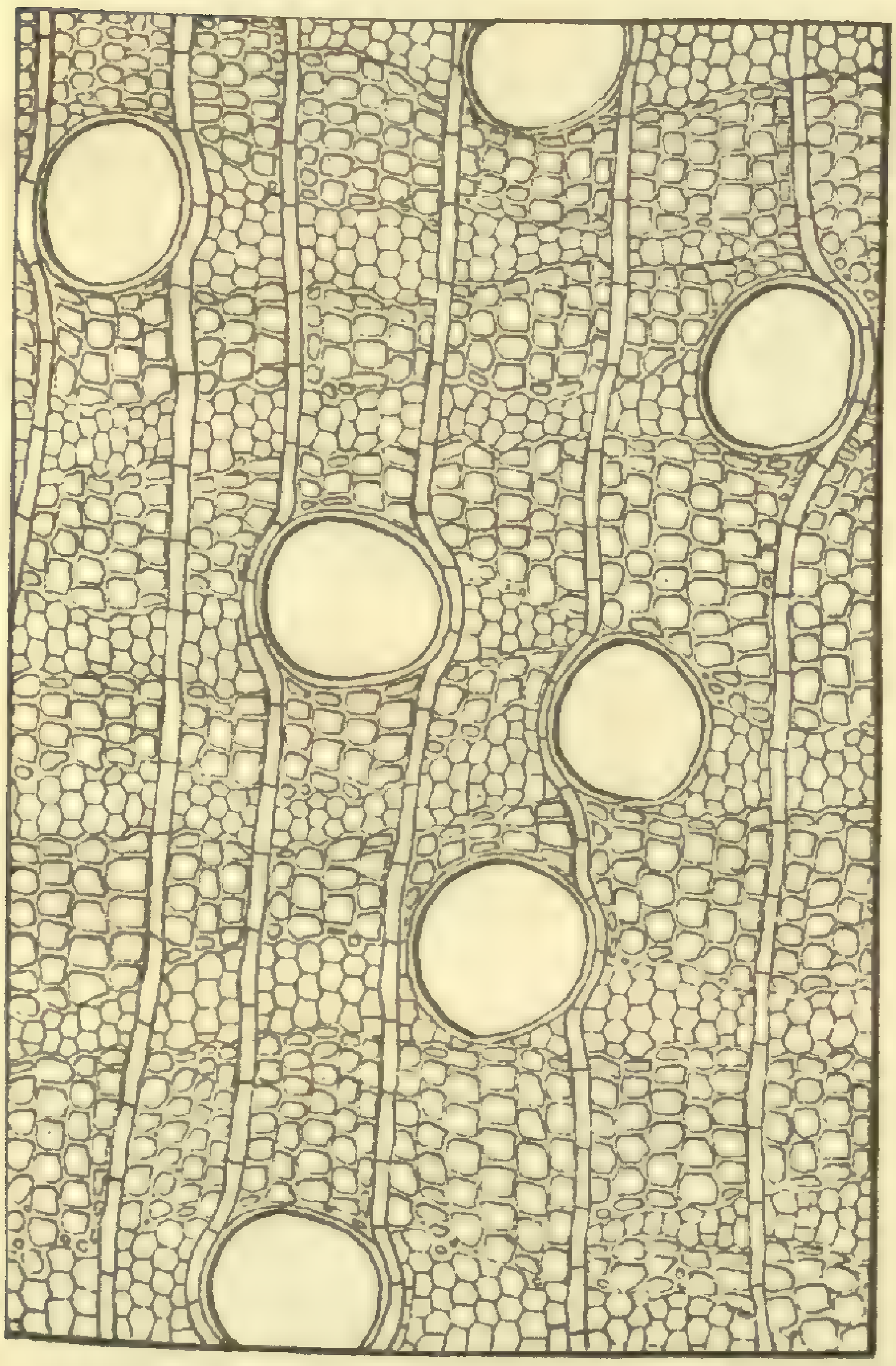


Fig. 7

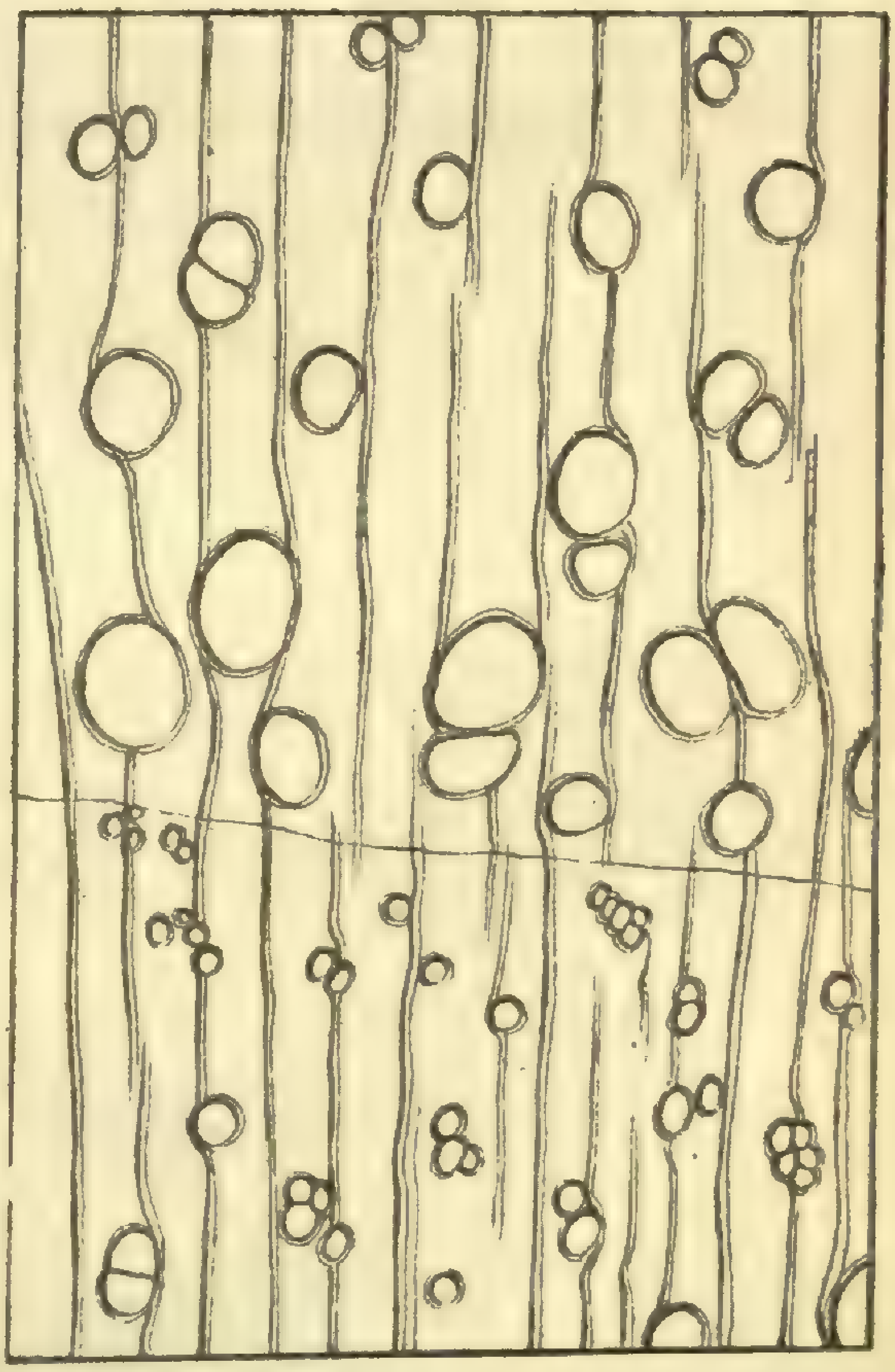


Fig. 8

P. Houlbert del. Imp. Le Bigot. Bertin sc.

Ulmus campestris (5 et 6); *Cecropia obtusa* (7); *Morus nigra* (8).

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

COUPIN, docteur ès sciences.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Mascleé, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

325. — *Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.*

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIÈME

Livraison du 15 Avril 1899

N° 124

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

1899

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1899

I. — SUR LES ANTHÉROZOÏDES ET LA DOUBLE COPULATION SEXUELLE CHEZ LES VÉGÉTAUX ANGIOSPERMES (avec une planche), par **M. L. Guignard** 129

II. — SUR LA CULTURE DES FASCIATIONS DES ESPÈCES ANNUELLES ET BISANNUELLES, par **M. Hugo de Vries**. 136

III. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896 (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** *(suite)* 152

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 4. — *Anthérozoïdes des Angiospermes.*

Cette livraison renferme en outre huit gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LES

ANTHÉROZOÏDES ET LA DOUBLE COPULATION SEXUELLE

CHEZ LES VÉGÉTAUX ANGIOSPERMES

PAR

M. L. GUIGNARD (1).

La découverte si intéressante des anthérozoïdes chez certaines Gymnospermes ne pouvait manquer de rappeler l'attention sur les phénomènes de la fécondation. Sans être guidé, cependant, par l'espoir de trouver de semblables corps fécondateurs chez les Angiospermes, diverses raisons m'avaient engagé à reprendre l'étude de ce sujet à l'aide d'une technique plus perfectionnée que celle dont j'avais pu me servir il y a une dizaine d'années.

Ces nouvelles recherches, faites d'abord sur le *Lilium Martagon*, qui m'avait autrefois servi de principal objet d'étude, m'ont révélé des faits si curieux et, à certains égards, si inattendus, que j'aurais voulu, avant de les faire connaitre, les approfondir encore cette année (2) et achever des observations comparatives entreprises sur d'autres plantes. Mais un travail sur le même sujet, dû à M. Nawaschine, et dont je n'ai pris connaissance récemment que par une courte analyse (3), m'engage à ne pas tarder plus longtemps à publier mes résultats en ce qui concerne la plante précitée, qui a été étudiée également par cet observateur. A en juger par l'analyse dont il s'agit et dans laquelle il n'est, d'ailleurs, pas fait mention de figures données par l'auteur, ces résultats paraissent concorder,

(1) Cette communication a été présentée, le 4 avril 1899, à l'Académie des sciences de Paris et insérée dans les Comptes-Rendus, t. CXXVIII, p. 869.

(2) D'autres especes de *Lilium* (*L. pyrenaicum*, etc.) présentent exactement les mêmes phénomènes.

(3) *Botanisches Centralblatt*, p. 62, 1899.

sur les points essentiels, avec ceux que le savant russe a eu le mérite de signaler. Je les résume en les accompagnant de quelques-unes des figures qui m'ont été fournies par mes nombreuses préparations.

Parmi les questions qui m'avaient paru mériter de nouvelles recherches, se trouve la division du noyau secondaire du sac embryonnaire, laquelle accompagne la fécondation de l'oosphère et prélude à la formation de l'albumen. Ce noyau secondaire résulte, comme on le sait depuis les recherches de M. Strasburger et les miennes, de l'union de deux noyaux appartenant chacun à l'une des deux tétrades nucléaires qui occupent respectivement le sommet et la base du sac embryonnaire. De ces deux noyaux, que j'ai appelés *polaires*, le supérieur est le frère du noyau de l'oosphère, l'inférieur est le congénère des antipodes. Dans le *Lilium Martagon* et d'autres espèces du même genre, le premier (Pl. 4, fig. 1, *ps*) se distingue de bonne heure du noyau de l'oosphère par sa plus grande dimension et reste au voisinage de cette cellule; le second (*pi*), plus volumineux encore, est situé ordinairement au-dessous d'une grande vacuole, occupant le centre du sac embryonnaire, et remonte le long de la paroi pour s'unir au précédent.

J'avais constaté que, dans ces plantes, les noyaux polaires ne s'accolent que tardivement et sans se confondre, très peu de temps avant l'arrivée du tube pollinique au sommet du sac embryonnaire, et parfois même seulement au moment où l'une des deux cellules mâles du tube pollinique a pénétré dans l'oosphère. Dans d'autres plantes, au contraire, la fusion des noyaux polaires est non seulement plus précoce, mais encore plus complète, car elle donne une masse unique pourvue d'un seul nucléole.

Le fait qui m'avait alors le plus frappé, dans le Lis, est la rapidité avec laquelle le noyau secondaire, dans lequel les deux noyaux polaires restaient ordinairement reconnaissables, entre en division après que l'un des deux noyaux mâles du tube pollinique s'est uni au noyau femelle de l'oosphère. Cette division, en effet, qui n'a jamais lieu tant que le tube pollinique n'est pas entré dans le sac embryonnaire, précède toujours celle du noyau de l'œuf ; de sorte que, souvent, quand cette dernière s'accomplit, on trouve déjà huit noyaux d'albumen dans le sac embryonnaire.

Il semblait donc que la copulation des noyaux mâle et femelle suffît, à elle seule, à provoquer et à déterminer à distance la division du noyau secondaire et, par suite, la formation de l'albumen. Bien que l'on sût que, dans certains cas, une fusion nucléaire peut être suivie d'une division ultérieure de la masse commune, le phénomène en question n'en présentait pas moins quelque chose d'obscur, dont je m'étais proposé de rechercher l'explication.

Celle-ci nous est maintenant fournie par les faits suivants, qui jettent un jour nouveau sur la fécondation chez les Angiospermes.

Dès que le tube pollinique a pénétré dans le sac embryonnaire, les deux cellules mâles qu'il renfermait à son extrémité s'en échappent rapidement l'une après l'autre. Le noyau de chacune d'elles se montre étiré et d'apparence à peu près homogène ; on le voit parfois entouré d'une mince couche de protoplasme propre, provenant de sa cellule primitive (Pl. 4, fig. 2, *an*[1]), mais cette couche n'est bientôt plus reconnaissable.

L'un de ces noyaux mâles (*an*) va rejoindre le noyau polaire supérieurs (*ps*), ou les deux noyaux polaires s'ils sont accolés (*ps* et *pi*), l'autre (*an*[1]) va s'unir au noyau de l'oosphère (*oo*). Les membranes d'enveloppe de l'oosphère et des synergides (*sn*) sont alors entièrement ou partiellement détruites, sans doute à cause du passage des éléments mâles ; souvent les noyaux des deux synergides se désorganisent, ou bien l'un d'eux conserve encore pendant quelque temps sa structure primitive (fig. 2 et 3).

Les noyaux mâles s'allongent l'un et l'autre en un corps qui s'incurve de façons variables, d'abord en forme de crochet, de croissant ou de boucle, légèrement renflés au centre et parfois plus minces à l'un des bouts. Ils prennent un aspect vermiforme. Leur allongement s'accompagne d'une torsion, qui peut être celle d'une spirale comprenant un deux tours irréguliers (Pl. 4, fig. 2 à 11, *an* et *an*). J'en ai observé un grand nombre dont les aspects très divers, remarqués aussi par M. Nawaschine, pourraient faire supposer l'existence de mouvements. Bien qu'ils soient dépourvus de cils et d'enveloppe protoplasmique propre, comme c'est d'ailleurs le cas pour les anthérozoïdes quand ils ont pénétré dans le protoplasme de l'archégone, ils n'en méritent pas moins le même nom

que les corps reproducteurs mâles des Cryptogames vasculaires ou de certaines Gymnospermes.

Considérons maintenant, en premier lieu, la façon dont l'un d'eux se comporte en s'unissant aux noyaux polaires, car c'est là l'un des faits les plus curieux.

Si les noyaux en question sont fort isolés, l'anthérozoïde va d'abord s'accoler au polaire supérieur, plus rapproché du tube pollinique que le polaire inférieur, et se soude avec lui, soit par l'une de ses extrémités, soit par une autre partie du corps. Ensuite, le polaire inférieur vient le rejoindre. Mais ce dernier phénomène n'est pas déterminé par la présence de l'anthérozoïde, puisqu'on a vu précédemment que ce noyau inférieur se déplace pour venir très souvent, avant l'arrivée du tube pollinique, se mettre en contact avec le noyau supérieur.

Si l'accolement des noyaux polaires a déjà eu lieu antérieurement, l'anthérozoïde peut venir aussi se fixer d'abord sur le polaire supérieur (Pl. 4, fig. 12) ; mais, d'ordinaire, il paraît les rejoindre l'un et l'autre à peu près simultanément, et on le trouve sur le côté des noyaux accolés, avec lesquels il contracte une adhérence qui devient de plus en plus intime au fur et à mesure qu'il grossit.

Même quand les noyaux polaires sont encore séparés l'un de l'autre avant l'entrée du tube pollinique dans le sac embryonnaire, il peut arriver aussi que l'anthérozoïde aille s'unir au noyau inférieur (Pl. 4, fig. 6 et 17), ce qui dépend, selon toute apparence, de la position qu'occupe ce dernier par rapport au lieu de pénétration du tube pollinique. Si donc l'anthérozoïde s'unit ordinairement, en premier lieu, au noyau polaire supérieur, c'est pour une raison de proximité, et non parce que celui-ci, étant le frère du noyau de l'oosphère, participe des propriétés de ce noyau femelle et diffère davantage du noyau polaire inférieur.

Cet anthérozoïde qui va copuler ainsi avec les noyaux polaires, sort-il le premier ou le second du tube pollinique? Au fond, la question n'a que peu d'importance, puisqu'on sait que les deux cellules mâles contenues dans le tube présentent les mêmes caractères et, par suite, sont équivalentes ; les deux anthérozoïdes doivent donc avoir les mêmes propriétés. En tout cas, l'observation de stades analogues à ceux des fig. 2 et 6 donne à penser que c'est

ordinairement l'anthérozoïde sorti le premier du tube qui se dirige vers les noyaux polaires. Dans la fig. 6, les deux noyaux polaires qui paraissent superposés étaient, en réalité, situés sur les deux faces opposées du sac embryonnaire.

Quant au second anthérozoïde, qui va s'unir au noyau de l'oosphère, il reste toujours, et à tous les stades, relativement plus mince et plus court que le premier (Pl. 4, fig. 1 à 7, *an*[1] et fig. 8 à 11); mais il présente les mêmes caractères de structure. Il s'accole latéralement au noyau femelle et parfois l'embrasse dans une boucle plus ou moins complète (fig. 9).

Jusqu'au moment de la division des produits de la copulation, les deux anthérozoïdes se distinguent l'un et l'autre des noyaux auxquels ils se sont unis non seulement par leur forme spéciale, mais encore par l'aspect qui leur est communiqué par leur contenu chromatique. Presque homogène au sortir du tube pollinique, comme on l'a vu précédemment, leur corps offre bientôt de fines granulations nucléiniennes, qui grossissent dans la suite et se disposent en un réseau filamenteux analogue à celui des noyaux ordinaires. Parfois même, à un stade avancé, les cordons chromatiques présentent à la périphérie du corps une disposition d'apparence spiralée (Pl. 4, fig. 17 à 19); mais la coupe transversale montre que des cordons se dirigent également en tous sens à son intérieur. Les nucléoles n'apparaissent dans le corps renflé des anthérozoïdes que peu de temps avant la division des produits de la copulation.

A une phase avancée de son grossissement, et surtout quand il était tordu en spirale, l'anthérozoïde soudé aux noyaux polaires communique souvent à la masse commune un aspect mamelonné que j'avais remarqué jadis, mais sans en reconnaître la cause. D'autre part, au moment où cet anthérozoïde vient rejoindre les noyaux polaires, en se plaçant entre eux, comme la fig. 5, par exemple, il offre parfois, s'il n'a pas été convenablement fixé par les réactifs, l'apparence d'un corps allongé, renflé aux deux bouts, et simulant plus ou moins la fusion de petits corps arrondis ou ovoïdes. Cette apparence variable, jointe à d'autres causes d'inexactitude, ont contribué à me faire admettre à tort la présence et la fusion de centrosphères au moment de la copulation des noyaux polaires ou sexuels. On était loin d'ailleurs de soupçonner l'existence des phénomènes dont il vient d'être question, et les procédés

techniques employés avant ces dernières années dans ce genre d'études chez les plantes étaient insuffisants.

Comme la formation de l'albumen précède toujours la division de l'œuf, les changements morphologiques sont plus prononcés, à partir d'un certain stade, dans l'anthérozoïde qui s'est uni aux noyaux polaires que dans celui qui s'est accolé au noyau de l'oosphère. La masse formée par la copulation du premier avec les noyaux polaires conserve un contour irrégulier (Pl. 4, fig. 7) et, même quand les prophases de sa division se manifestent par la contraction et la disposition pelotonnée des filaments chromatiques, on peut encore reconnaître parfois la triple origine du noyau secondaire du sac embryonnaire. Cette fusion de trois noyaux permet aujourd'hui de mieux comprendre la cause de l'augmentation si marquée du nombre de chromosomes du noyau secondaire, sur laquelle j'avais appelé l'attention.

De même la double origine du noyau de l'œuf reste encore visible, et même d'une façon plus manifeste, jusqu'à l'entrée en division de ce noyau, ainsi que je l'ai fait remarquer dans mes observations antérieures.

En résumé, le phénomène essentiel, que M. Nawaschine a signalé et dont j'ai suivi de mon côté toutes les phases, consiste dans l'existence d'une double copulation sexuelle dans le sac embryonnaire; l'une donnant naissance à l'embryon représentant l'organisme définitif, l'autre fournissant l'albumen, sorte d'organisme transitoire qui servira à la nutrition de l'embryon.

Ces deux copulations ne sont pas entièrement comparables. En effet, dans la première, les noyaux mâle et femelle possèdent l'un et l'autre le nombre de chromosomes réduit qui caractérise les noyaux sexuels (dans le cas actuel, ce nombre, comme je l'ai montré jadis, est égal à 12); dans la seconde, au contraire, si l'anthérozoïde apporte de son côté le même nombre réduit, il en est autrement pour le noyau polaire inférieur, tout au moins, car il se forme avec un nombre de chromosomes qui, souvent, paraît environ une fois plus élevé et par conséquent voisin de celui des noyaux végétatifs. Ce qui le prouve, c'est que le noyau secondaire, au moment où il se divise, offre un nombre de chromosomes supérieur à celui qu'il devrait avoir si les noyaux dont il dérive n'avaient eu tous les trois que le nombre réduit caractéristique des éléments sexuels. La pre-

mière copulation représente donc, seule, une fécondation vraie ; la seconde, une sorte de pseudo-fécondation (1).

Ce double phénomène a pour agents déterminants les deux cellules mâles équivalentes du tube pollinique, dont les noyaux, dès leur entrée dans le sac embryonnaire, revêtent des caractères morphologiques tout particuliers et se comportent d'une façon telle que je crois pouvoir les assimiler aux anthérozoïdes, dans lesquels le noyau forme, comme l'on sait, la masse principale et essentielle du corps.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 4

Lettres communes : syn, noyau de synergide ; *oo*, noyau de l'oosphère ; *ps*, noyau polaire supérieur ; — *pi*, noyau polaire inférieur ; *ant*, cellules antipodes ; *an* et *an*[1], anthérozoïdes. — *Grossissement* : 400 diam.

Fig. 1. Sac embryonnaire adulte, dans lequel les noyaux polaires ne se sont pas rejoints avant l'entrée du tube pollinique dans le sac embryonnaire. — Fig. 2. L'un des anthérozoïdes *an*[1], s'est accolé au noyau polaire supérieur ; l'autre *an* est encore libre, vers l'extrémité du tube pollinique, à peu de distance du noyau de l'oosphère. Les membranes de l'oosphère et des synergides sont en partie détruites. — Fig. 3. L'anthérozoïde *an* est au contact des deux noyaux polaires réunis ; l'autre, *an*[1] est accolé au noyau de l'oosphère. — Fig. 4. Stade analogue au précédent, avec anthérozoïdes de forme variable. — Fig. 5. L'anthérozoïde *an* est situé entre les noyaux polaires, qui sont en contact l'un avec l'autre par une faible partie de leur surface. — Fig. 6. L'anthérozoïde *an* est allé rejoindre le noyau polaire inférieur, qui se trouvait sur la paroi du sac opposée à celle qu'occupait le noyau polaire supérieur. L'anthérozoïde *an*[1] n'a pas encore rejoint le noyau de l'oosphère, dont la membrane d'enveloppe est ici très visible. — Fig. 7. Grossissement des anthérozoïdes : celui qui s'est uni aux noyaux polaires a déjà pris l'aspect de ces noyaux, avant l'entrée en division de la masse commune ; l'autre anthérozoïde, au contact du noyau femelle de l'oosphère, est moins avancé dans sa métamorphose. — Fig. 8 à 11. Noyaux d'oosphères montrant quelques-uns des aspects que l'anthérozoïde prend à leur contact. — Fig. 12 à 19. Noyaux polaires encore séparés l'un de l'autre (14 et 17) ou réunis, au contact desquels l'anthérozoïde, de forme variable, grossit peu à peu, pour arriver finalement à présenter l'aspect représenté dans la fig. 7.

(1) A une époque où l'on ne soupçonnait guère l'existence des phénomènes dont il vient d'être question et où la notion de la réduction chromatique n'intervenait pas encore dans la définition de la sexualité, M. Le Monnier avait proposé l'interprétation suivante pour le phénomène de la fusion des noyaux polaires : « L'albumen est une plante accessoire, indépendante de la plante-mère et associée à l'embryon pour en faciliter le développement (*Journal de Botanique*, 1887).

SUR LA CULTURE DES FASCIATIONS

DES ESPÈCES ANNUELLES ET BISANNUELLES

par M. HUGO DE VRIES

La production des races héréditaires des différentes monstruosités m'a permis d'étudier dans quelles conditions ces anomalies apparaissent. Ces races sont loin de posséder la fixité des variétés ordinaires. En effet, dans la majorité des cas, elle ne produisent que la moitié ou le tiers d'individus monstrueux. La sélection la plus rigoureuse des porte-graines et leur isolemeut complet pendant la floraison sont nécessaires pour conserver la race dans le degré de développement atteint, mais jusqu'ici ces précautions n'ont pas permis d'obtenir des races monstrueuses complètement exemptes d'individus normaux.

A chaque génération on voit réapparaître de ces individus normaux en plus ou moins grand nombre. Ce nombre dépend naturellement des propriétés héréditaires des individus choisis qui ont produit les graines, mais il semble qu'en supposant une bonne sélection, les différences entre les divers porte-graines d'une même race ne soient pas bien notables.

Ce nombre dépend en outre, et dans une mesure bien plus grande, de la manière dont les graines sont semées et les jeunes plantes cultivées. Il n'est pas rare qu'on puisse doubler le nombre des individus héritiers par un bon traitement ; il est très facile de réduire ce nombre par une mauvaise culture ; souvent même les meilleures graines ne donnent alors absolument pas le résultat espéré.

La Célosie Crête-de-Coq, ce cas classique d'une fascie héréditaire, n'est elle-même point du tout indépendante de la culture. Pour leur voir acquérir les plus grandes dimensions possibles, il est indispensable de repiquer plusieurs fois les jeunes plantes en éliminant chaque fois toutes celles qui se rapprochent plus ou moins du type

normal, et ensuite de leur donner le meilleur terrain, des arrosements copieux, des engrais liquides, etc. Chacun sait qu'on s'expose régulièrement à des déceptions très désagréables quand on ne se conforme pas aux règles prescrites pour cette culture.

Il en est de même pour la culture des monstruosités des plantes sauvages. Leur dépendance à l'égard des procédés de culture employés est peut-être encore plus grande. Seulement on ne s'y attend guère. L'espèce sauvage croît sans aucune aide, ses individus monstrueux se rencontrent souvent, sans qu'il soit possible d'indiquer la cause de cette déviation. On en conclut qu'on pourrait avoir les anomalies dans les jardins sans leur donner plus de soins qu'à l'état sauvage.

Ce qu'on oublie, c'est qu'on est frappé de trouver une fascie ou une plante tordue sur plusieurs milliers d'individus spontanés, tandis que dans son jardin on s'attend à voir anormaux tous les exemplaires de ces cultures. Or il est évident, que pour reproduire en assez grand nombre des anomalies, qui sont exceptionnelles à l'état spontané, il faut aussi des soins exceptionnels. Il en suit que la culture de monstruosités de plantes sauvages exige des soins plus étendus et plus assidus que la culture ordinaire des plantes ornementales elles-mêmes.

Pour pouvoir leur donner ces soins, il est absolument nécessaire de connaître plus ou moins complètement la biologie de chaque plante. Ce qui est indispensable pour une espèce, peut être nuisible pour une autre. C'est surtout la durée ordinaire de la vie qui a ici une très grande influence. Le traitement qui donne la récolte la plus riche en monstruosités est différent pour les espèces vivaces, pour les formes bisannuelles et les formes annuelles.

C'est ainsi, que pour prendre un exemple, il est préférable de s'adresser à des types dont on rencontre à la fois des individus annuels et des individus bisannuels. Nos flores ne sont guère explicites à cet égard, et l'observation des espèces en question dans la nature ne semble pas toujours bien propre à nous renseigner sur ce sujet. Quant aux plantes cultivées, chacun sait que la Betterave et la Carotte de nos champs sont en partie bisannuelles et en partie annuelles. D'autre part, j'ai semé pendant plus de dix années des centaines d'individus de *Crepis biennis* et de *Dipsacus*

sylvestris sans jamais en avoir d'autres que des types strictement bisannuels.

On pourrait appeler facultativement annuelles les plantes, qui, dans un même semis, peuvent produire des individus annuels et bisannuels. La durée de leur vie influe beaucoup sur leur force individuelle ; les exemplaires annuels sont souvent bien chétifs à côté des individus bisannuels. La même influence se manifeste sur les anomalies, quand ces plantes appartiennent à des races monstrueuses ; les monstruosités sont plus nombreuses, plus grandes et plus parfaites sur les individus bisannuels.

Il faut donc, pour la culture, faire en sorte que les plantes ne puissent produire la première année qu'une rosette de feuilles radicales. Mais d'autre part on doit avoir soin que ces rosettes deviennent aussi vigoureuses que possible avant d'émettre leurs tiges.

J'ai établi ces règles par des expériences faites sur des races fasciées d'espèces facultativement annuelles, et que je me propose de décrire dans cet article. Elles sont corroborées par des expériences sur des formes purement bisannuelles, soit fasciées (par ex. *Crepis biennis fasciata*), soit tordues (par ex. *Dipsacus sylvestris torsus*) et que j'espère décrire dans un autre mémoire (1).

Les fascies en question sont des cultures d'*Aster Tripolium*, d'*Œnothera Lamarkiana* et de *Picris hieracioides*. Je traiterai séparément de la culture annuelle et de la culture bisannuelle de chacune de ces espèces.

Aster Tripolium fasciatus. *Culture annuelle.* — Ma race descend d'un individu bisannuel fortement fascié trouvé en graines aux environs d'Amsterdam au mois d'octobre 1890. De ces graines j'ai eu, pendant cinq années, une race annuelle, dont les générations successives sont devenues de plus en plus riches en fascies, par une sélection répétée et une culture continuellement améliorée. Toutefois elles n'ont jamais atteint la largeur de la tige de la première plante-mère, en d'autres termes il n'y a pas de traitement appliqué aux individus annuels qui puisse rivaliser avec la culture bisannuelle.

(1) Voir pour les torsions les *Annals of Botany*, 1899, et pour les fascies le *Botanisches Centralblatt*, 1899.

On peut semer les graines en place ou en terrines. Cette différence, qui n'a qu'une signification très médiocre pour la production de monstruosités quand il s'agit de formes purement bisannuelles, comme le *Crepis biennis fasciata* et le *Dipsacus sylvestris torsus*, ou bien de la culture bisannuelle de notre plante en question, a une très grande influence sur la production des fascies par les exemplaires annuels de l'*Aster Tripolium*.

Au commencement de mes cultures j'ai semé les graines sur place, dans les premiers jours de mai 1891. Au mois de septembre j'en avais une vingtaine d'individus en fleurs, dont une seulement avait fait une très petite fascie, en élargissant la capitule terminale de sa tige. Les autres étaient normaux. J'ai récolté les graines de la plante anormale et quelques autres, qui étaient les plus vigoureuses.

De ces graines j'ai fait, l'année suivante, deux cultures. Pour l'une j'ai semé en place le 6 mai 1892 ; j'en ai eu environ soixante plantes dont la moitié ont fleuri, tandis que les autres étaient réduits à une rosette. Aucune plante n'a donné une fascie.

Pour l'autre culture j'ai semé en terrine le 27 mars, j'ai repiqué en godets le 27 avril et j'ai tenu mes plantes sous châssis jusqu'au mois de juin. La floraison a commencé dans les premiers jours d'août et presque toutes les plantes avaient développé des tiges. La culture en godets et sous châssis a donc eu une influence très grande sur la durée de la vie ; elle a rendu annuelles presque tous les individus d'un semis, lequel, fait en pleine terre, aurait donné la moitié d'exemplaires bisannuels.

L'influence sur la fasciation a été aussi remarquable. Parmi les cinquante-quatre individus fleuris, il y en avait deux à tiges fasciées. Les fascies étaient assez belles mais pas très larges, elles furent isolées avant la floraison en compagnie de deux autres exemplaires, qui étaient choisis comme elles pour porte-graines, ayant chacune une feuille fendue à son sommet.

La culture en godets et sous châssis prolonge la vie de la jeune plante avant la période de la production de la tige, car elle permet un semis plus précoce, en assurant toutefois une germination beaucoup plus rapide et plus régulière En second lieu la croissance des jeunes plantes se trouve accélérée dans une grande mesure. Et le résultat n'est pas douteux ; il se manifeste aussi bien dans

la largeur plus grande de la tige que dans sa hauteur, qui atteint souvent environ deux mètres, tandis que les individus semés en pleine terre ne sont que d'un mètre ou encore moins.

La culture sous verre a donc une influence tout à fait analogue à la culture bisannuelle, seulement elle n'atteint jamais le même degré d'effet.

Le résultat de cette expérience décrite m'a fait renoncer à semer sur place les graines de mes *Aster*, et recourir à la culture sous verre.

En 1893, j'ai commencé une expérience relative à l'influence des engrais sur la fasciation. La plante-mère ou première génération de ma race ayant fleuri en 1890, j'avais alors la quatrième génération. J'ai semé en terrine le 6 avril, repiqué en godets le 6 mai, et mis en place le 24 de ce mois. J'ai repiqué dans six lots d'environ deux mètres carrés chacun, et portant chacun environ cinquante individus. En plantant j'ai éliminé les rares individus chez lesquels la tige n'était pas encore visible. Un lot restait sans engrais, deux recevaient des doses insuffisantes, les trois autres ont été fortement amendés par trois engrais différents, à savoir la poudre de corne de bœuf broyée, la feuilligène et la fleurigène de M. Poiret à Arras. Dans chacun des trois premiers lots, je n'ai eu qu'une plante fasciée, la feuilligène en a donné deux, la fleurigène cinq et les cornes de bœuf quatre. En somme, quatorze individus fasciés sur deux cent quatre-vingt-onze, ou environ 5 %.

Le résultat n'était pas encore bien considérable, toutefois il est évident que la richesse des fascies n'a été augmentée, par rapport à la génération précédente, que dans les lots bien fumés, qui ont donnés à eux seuls onze fascies sur une totalité de presque cent cinquante plantes (environ 7 %).

Mais l'influence de cette culture luxuriante s'est manifestée tout autrement dans l'année suivante. Dans cette année, j'ai cultivé ma race de la même manière que dans la génération précédente, et j'ai semé les graines des trois meilleurs porte-graines choisis chacun sur un des trois lots fumés. J'avais donc trois lots, de quatre mètres carrés chacun, et portant chacun cent plantes, c'est à-dire le même nombre par mètre carré qu'en 1893. Comme amendement, je n'ai donné cette année que de la poudre de corne de bœuf broyée. Mais la proportion des plantes annuelles a été

assez faible ; au mois de septembre il n'y avait que cent trente-quatre tiges, c'est-à-dire un peu moins que la moitié des individus.

Au contraire, la richesse en fascies s'est augmentée d'une manière tout-à-fait inattendue. Il y en avait en tout soixante-douze, c'est-à-dire 54 °/₀.

L'influence des engrais est en outre mise en évidence par les chiffres obtenus sur ces trois lots pris séparément. La culture avec la feuilligène n'avait donné en 1893 que deux fascies sur cinquante; le semis des graines de la plus développée de ces fascies donna seize fascies sur quarante-neuf, soit 32 °/₀. La culture avec la fleurigène et les cornes de bœuf broyées avait donné cinq et quatre fascies sur les deux lots de cinquante individus, le semis des deux meilleurs porte-graines de ces deux lots donna vingt-trois fascies sur trente-deux et trente-quatre sur cinquante-trois, soit 70 °/₀ et 64 °/₀ d'individus fasciés.

La largeur maxima des fascies n'a pas été augmentée considérablement. Elle était de 1 à 1.5 cm. en 1893 et ne dépassait cette valeur en 1894 que sur trois tiges, qui atteignirent 1.7 et 2,1 cm.

L'année suivante la sixième génération a présenté le même nombre d'individus fasciés. J'avais deux lots de 136 et de 63 tiges, cultivées de la même manière que dans les années précédentes. Ils donnaient 75 °/₀ et 61 °/₀ de fascies d'une largeur de 1-2.5 cm.

Toute cette série de cultures a donc eu pour résultat de nous donner *une race annuelle et dont les 2/3 des individus donnaient des tiges aplaties et élargies*. Il existe toujours des individus normaux à tige cylindrique, malgré la sélection continue et l'isolement bien soigné des porte-graines de chaque année.

De même on retrouve à chaque culture des individus bisannuels quoiqu'ils soient exclus totalement de la propagation de la race.

En cinq années la richesse en fascies s'est accrue d'environ 4 °/₀ à environ 60, 70 °/₀ *et ce résultat a été obtenu presque entièrement dans la génération qui a suivi celle qui avait été pour la première fois, richement formée.*

C'est donc à la fumure des porte-graines qu'on doit attribuer ce succès. Ayant une fois remarqué l'effet considérable des engrais, j'ai fait intervenir ces amendements pour toutes les générations suivantes.

Aster Tripolium fasciatus. *Culture bisannuelle.* — Dans la culture annuelle les fascies ne sont ni bien larges, ni bien longues. Les tiges fasciées ont 1-2 mètres de longueur, mais elles débutent toutes à leur base par la forme cylindrique. L'aplatissement commence souvent à mi-hauteur, souvent seulement plus ou moins près du sommet. La largeur de la partie aplatie a atteint, dans mes cultures, tout au plus 2-2.5 cm. Quelques tiges se fendent, après s'être aplaties, d'autres portent des capitules élargies dans le sens de la fascie.

Pour avoir des fascies plus larges, ou des tiges fasciées dès leur base, il faut avoir recours à la culture bisannuelle. Et pour forcer les tiges à se développer seulement la deuxième année, le mieux est de faire ses semis très tardivement. J'ai fait une expérience dans ce sens en 1894 et 1895. J'ai pris des graines de la race annuelle, pour être sûr d'une fixation héréditaire suffisante de l'anomalie en question. J'ai choisi comme porte-graines un pied de l'expérience décrite plus haut et relative à l'influence des engrais, il se trouvait dans le lot à cornes de bœuf broyées. Les graines ont été semées en terrine le 24 juillet 1894. A la fin du mois suivant, j'ai planté les plantes les plus fortes dans de petits godets, j'en ai perdu quelques-unes pendant l'hiver et j'avais un lot de 36 individus sur deux mètres carrés au commencement du printemps de 1895.

Les premières fascies se sont montrées dans le cours du mois de mai, une d'elles avait déjà à cette période une crête de 3 cm. En août j'avais 19 plantes à tige principale fasciée et 16 sans fascies, c'est-à-dire 19 sur 35 ou 54 °/₀. En outre, plusieurs plantes du premier groupe avaient produit des fascies latérales à l'aisselle de leurs feuilles radicales, phénomène qui a toujours été excessivement rare dans la race annuelle.

Les fascies les plus larges avaient 4-6 cm. de largeur, presque le double des fascies des tiges annuelles. Pour mieux comparer la largeur dans les deux sortes de culture, je donnerai les chiffres en groupant les fascies d'après leur largeur maxima, et en groupes différant entre eux de 1/2 cm.

										Sommes
Largeur maxima en cm. . . .	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	
Nombre des fascies bisannuelles (1)	0	2	3	3	4	4	1	1	1	19

(1) En ajoutant a cette série de chiffres le nombre 16 des individus non fascies de cette culture, et en dressant la courbe qui correspond a la série ainsi

Largeur maxima en cm . . .		0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	Sommes
Nombre des fascies porte-graines annuelles en 1894.		2	10	5	2	»	»	»	»	»	19
Nombre de toutes les fascies annuelles en 1895.	A :	39	28	27	9	»	»	»	»	»	103
	B :	21	17	13	0	»	»	»	»	»	51

Les fascies annuelles de 1894 et de 1895 sont celles qui ont été mentionnées dans le chapitre précédent ; pour 1894 je n'ai donné que les fascies les plus larges, choisies comme porte-graines.

Il est inutile d'insister sur le résultat de ce tableau ; l'heureuse influence de la culture bisannuelle ne saurait être démontrée d'une manière plus évidente.

Il n'est pas absolument indispensable de semer en été pour avoir une culture bisannuelle. Mais la proportion entre les individus qui produisent des tiges et ceux qui restent à l'état de rosettes dépend des conditions atmosphériques. La culture de mars 1894 m'ayant donné, comme je l'ai déjà dit, 160 plantes qui restaient à l'état de rosettes pendant toute cette année, j'en ai conservé une centaine jusqu'en 1895. Vers la fin du mois d'avril 26 °/₀ d'entre elles avaient de belles crêtes au centre de leurs rosettes élargies. Il y en avait de 1-2 cm. et plus de largeur. J'aurais pu obtenir à l'aide de ces échantillons des tiges fasciées dès leur base, mais ayant constaté le fait que je tenais à démontrer je n'ai pas poussé plus loin l'expérience.

Œnothera Lamarkiana. *Fascies annuelles.* — J'ai cultivé cette espèce dans mon jardin d'expériences depuis une dizaine d'années, et j'en possède maintenant une bonne série de variétés, qui se sont produites successivement dans ma culture. L'espèce est facultativement annuelle : je cultive une race et plusieurs formes bisannuelles, mais la plupart de mes variétés sont cultivées en générations annuelles. Je n'ai pas fait de cultures directes sur les fascies, mais celles-ci se sont montrées très régulièrement, et souvent en bon nombre.

Elles se trouvent, dans les cultures annuelles, principalement

complétée on a *une courbe à deux sommets*. L'un, à zéro, très haut, est le sommet des individus normaux, l'autre à 2.5 cm. est celui des fascies. C'est donc la même forme que celle que j'ai décrite et dessinée pour la race fasciée des *Crepis biennis*. Voir « *Sur les Courbes galtoniennes des monstruosités.* » dans le *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, publié par A. Giard, avril 1896, t. xxvii, p. 396.

sous deux formes, la division de la rosette et l'élargissement du sommet de l'épi floral.

Si la rosette se fend, elle produit deux tiges, qui sont presque aussi hautes et aussi vigoureuses l'une que l'autre. J'ai trouvé des jeunes plantes où la division s'était manifestée dès les cotylédons; entre ces deux organes on trouvait deux petites rosettes de feuilles parfaitement séparées (1). D'autres fois la division se produit plus tardivement. J'ai noté ces cas pour la première fois en 1894 et depuis sur environ une dizaine de plantes, dans des cultures de plusieurs milliers de rosettes ; elles se trouvaient aussi bien dans la forme typique de l'*Œ. Lamarkiana* que dans les différentes variétés (*Œ. Lam. lata* et *Œ. Lam. nana*).

Les fascies du sommet de l'épi floral sont aussi communes que sont rares ces fascies printanières. Elles se montrent vers l'hiver, quand les plantes ont environ deux mètres de hauteur. Très rares en août, elles deviennent plus nombreuses en septembre et presque communes en octobre. Je les ai remarquées à toutes les années de ma culture et sur presque toutes mes variétés. Mais il faut prendre le soin de couper le sommet de l'épi des porte-graines au commencement de la floraison, pour n'avoir à féconder artificiellement qu'un nombre limité de fleurs ; il faut en outre réduire autant que possible le nombre des autres individus, aussitôt la sélection faite. Je n'ai dans ces conditions observé que peu de pieds en fleurs en septembre et octobre alors qu'on en observe des centaines en juillet et en août. Toutefois je n'aurais eu aucune peine à cueillir des centaines de sommets fasciés. Je cite comme exemple une culture de la variété *Œ. Lam. brevistylis* de 1898.

Vers la fin du mois d'octobre de cette année j'avais trois lots de cette forme, de diverses origines; ils portaient environ 500 individus en fleurs. Comme j'avais cueilli de temps en temps les fascies les plus belles, soit pour les offrir à des visiteurs, soit dans d'autres buts, il n'était pas possible de compter la totalité de ces anomalies. J'ai choisi deux groupes l'un de 74, l'autre de 49 individus ; ils contenaient 54 et 20 fascies terminales, c'est-à-dire 73 % et 40 % ou ensemble environ 60 %. Ces fascies étaient pour la plupart larges et courtes, atteignant souvent une largeur de 3 centimètres et seulement un peu plus longues. Plusieurs étaient une ou deux

(1) Cette division a donc évidemment débuté avant la maturité de la graine.

fois fendues, les autres avaient encore intacte leur crête de végétation.

Œnothera Lamarkiana. *Fascies bisannuelles.* — Pour avoir de grandes et larges fascies, on doit, ici comme pour l'*Aster Tripolium*, choisir les individus bisannuels. Leurs tiges sont souvent aplaties dès leur base, souvent dès le milieu, et atteignent assez souvent plusieurs centimètres de largeur, sur une épaisseur d'environ un centimètre. Elles ne sont pas moins belles que celles de l'*Œnothera biennis* qu'on rencontre souvent à l'état sauvage.

Dans mes cultures ces cas ont été rares, vu la prépondérance des semis annuels. Toutefois, j'en ai eu dès 1889 et dans les individus des différentes variétés.

Picris hieracioides. *Culture annuelle.* — Godron paraît être le seul qui ait semé les graines des fascies trouvées spontanément. L'opinion générale était alors que les fascies, comme toutes les monstruosités, étaient des accidents, dus à l'influence directe des agents extérieurs, et cette opinion n'était pas faite pour exciter les botanistes à faire des expériences de cette sorte. On connaissait bien la race héréditaire des Crêtes-de-coq, mais on la considérait plutôt comme une exception que comme un exemple d'une règle générale. Sa reproduction était considérée comme « un des rares exemples d'une monstruosité de ce genre fixé et se reproduisant fidèlement par la voie du semis (1) ».

Godron avait choisi pour ses semis les graines d'une fascie de *Picris hieracioides*, et « les pieds que j'ai obtenus, dit-il, n'ont pas reproduit la monstruosité » (2). Il en conclut, à la fin de son célèbre mémoire : « *Les fascies sont rarement héréditaires et jamais d'une manière absolue* » (3). Il ne dit pas s'il a fait encore d'autres semis de ce genre, et je n'ai pas réussi à en trouver dans la littérature téralologique.

Franck, dit : « Les fascies sont héréditaires chez plusieurs plantes, et se reproduisent par le semis, comme on le sait généralement pour le Celosie Crête-de-coq (*Celosia cristata*). Mais Godron a

(1) Vilmorin-Andrieux : *Les fleurs de pleine terre*, p. 237.
(2) Godron, *Mélanges de tératologie végétale* (Mémoires de la Soc. nat. d. Sc. naturelles à Cherbourg, 1871-72, t. xvi, p. 97).
(3) Godron, l. c. p. 112.

démontré expérimentalement que d'autres fascies ordinaires ne sont pas héréditaires (1). »

Pour démontrer que les fascies ne sont pas héréditaires accidentellement, mais qu'elles le sont toujours, il était donc important, outre la production d'un nombre suffisant de races fasciées ou de fascies accidentelles se produisant par le semis (2), de reprendre l'expérience de Godron et de rechercher si les fascies de *Picris* pourraient être reproduites par le semis. Mais on devait s'attendre à ce que le résultat de Godron se justifierait au premier abord, et ne se corrigerait que par des soins beaucoup plus grands que les siens.

C'est ce que mes cultures ont confirmé : ce n'est que par les soins les plus minutieux qu'on peut être sûr d'avoir de belles fascies de cette plante, en parlant de graines d'un individu à tige aplatie. J'ai fait deux séries d'expériences, l'une de 1888 à 1894 avec peu de soins et en tachant de cultiver la plante sous forme annuelle, l'autre avec autant de soins que possible, et en sélectionnant les individus, qui restaient à l'état de rosettes dans la première année de leur vie (3).

Je commence par la série annuelle, en remarquant que la plante-mère pour les deux séries a été la même.

Celle-ci a été trouvée spontanément aux environs de La Haye vers la fin de l'été 1887. C'était une tige largement aplatie de la base vers le sommet, et portant des graines mûres. Outre ces graines, j'ai récolté les racines et je les ai transplantées dans mon jardin d'expériences. Les graines ont été semées en 1888, mais ne donnaient qu'un petit nombre de plantes dont plusieurs ont produit des tiges en 1888 et en 1889. Quoique richement ramifiés, ces individus n'ont pas reproduit la fasciation. L'expérience de Godron se trouvait donc complètement confirmée, et je n'ai pas poursuivi la culture dans cette voie.

Les racines ont produit des bourgeons adventifs, dont j'ai eu un groupe de plantes très vigoureuses, qui ont fleuri richement en

(1) Franck : Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten, 1880, p. 134.

(2) *Sur l'hérédité de la fasciation*, dans Kruidhundig Jaarboch v. h. G. Dodonaea Gent., Tome VI, 1894, p. 72.

(3) Une mention très courte en a été faite dans « Monstruosités héréditaires offertes en échange aux jardins botaniques », Kruidhundig Jaarboch I-IX, 1897, p. 91.

1888 et en 1889. Elles ne montraient point de fascies. C'est de leurs graines que je suis parti pour mes deux expériences, en employant celles de 1888 pour la série annuelle, et celles de 1889 pour la série bisannuelle.

Seulement les semis de 1888 n'ont pas produit de graines dans cette année et j'ai donc dû commencer la série annuelle par une génération bisannuelle.

En considérant la plante-mère fasciée comme la première génération, le semis de 1889-90 correspondait à la seconde. La troisième en 1891 a été annuelle, et de même j'ai eu en 1892 et 1893 les quatrième et cinquième générations.

Toutes ces cultures ont été semées en place au printemps; *elles n'ont pas donné de fasciations*. J'ai choisi chaque fois pour porte-graines les plantes les plus précoces et les plus vigoureuses et je suis parvenu à augmenter le nombre des individus annuels, sans jamais pouvoir supprimer les individus bisannuels. Au commencement, il n'y avait que de 5 à 13 °/₀ de plantes à tiges, ce nombre s'est accru jusqu'à 25-40 °/₀, en partie comme résultat de cette sélection, en partie parce que j'avais donné aux dernières générations une forte fumure.

Ayant constaté que la culture annuelle n'était pas le moyen pour parvenir à une démonstration de l'hérédité des fascies, je n'ai plus répété ces semis. Mais j'ai conservé en 1894 quelques individus de la cinquième génération (1895), je leur ai donné une bonne fumure et un bon traitement, et parmi les centaines de rameaux qu'ils ont produits, j'ai eu le plaisir d'en trouver deux qui étaient nettement élargis et aplatis. C'étaient deux petits rameaux accessoires, placés chacun à l'aisselle d'une feuille de la tige principale, entre celle-ci et son rameau axillaire principal.

La fasciation s'est donc reproduite en sautant trois générations successives, mais avec une intensité réduite au plus haut degré.

Picris hieracioides. *Culture bisannuelle.*— Les graines de la plante-mère, récoltées comme je l'ai dit en 1889 sur les tiges provenant des bourgeons adventifs des racines ont été le point de départ de cette nouvelle série de cultures. Ces cultures n'ont pas été faites en semant en pleine terre, mais en semant en terrine, en piquant les jeunes plantes isolément dans des godets et en les tenant sous

châssis jusque vers le mois de juin. C'était la même méthode que celle adoptée pour l'*Aster Tripolium*, c'est le principe que j'ai adopté, après beaucoup de tâtonnements, pour mes cultures de monstruosités et de variétés en général, aussi bien pour celles des espèces indigènes que pour celles des plantes ornementales.

Les graines susdites ont été semées de cette manière en mars 1894 (1). C'était donc la seconde génération.

Elles donnaient une culture de 99 plantes sur 5 mètres carrés. Vers la fin de juillet, 82 de ces individus avaient produit des tiges, les autres étaient restés bisannuels. Parmi ces tiges il y en avait une qui s'élargissait vers le sommet et portait un capitule terminal aplati, à réceptacle deux fois plus long que large. En août, trois autres plantes ont donné des rameaux latéraux fasciés, mais tous de petite largeur.

Le semis en terrine, en allongeant la vie de la plante avant l'apparition de la tige, et en rendant les jeunes plantes de beaucoup plus fortes à cette période, a donc eu pour résultat un pourcentage d'environ 4 individus annuels fasciés. La possibilité de la fasciation annuelle est donc démontrée, de même que le fait principal de l'hérédité de cette anomalie. Mais les fascies annuelles étaient bien chétives en comparaison de la tige largement aplatie de la plante-mère de cette race.

Je n'ai pas conservé ces individus à tige, mais j'ai transplanté les autres vers la fin de l'hiver. Vers le milieu du mois d'avril 1895 je trouvai sur une des plantes les plus robustes, à rosette bien ramifiée deux rosettes latérales, dont le centre était élargi en une crête d'environ 1 centimètre carré de longueur, et dans les jours suivants deux autres rosettes de cette plante se sont aplaties de la même manière. Plus tard, deux autres individus ont produit des tiges aplaties, soit en tout 3 sur 15 ou environ 20 °/₀. Le nombre de toutes les rosettes de cette culture, tant centrales que latérales était presque de 200.

Trois de ces six fascies avaient une largeur de 2-3 cm. de leur base jusqu'à leur sommet, deux autres de 5 et de 7 cm., sur une

(1) Ces graines avaient donc été conservées pendant quatre ans et demi. Elles n'avaient pas sensiblement perdu de leur vitalité mais la conservation avait été faite bien à sec, dans des flacons à chaux. C'est une précaution, qu'il ne faut jamais négliger.

longueur totale de 1/2 et 1 mètre, tandis que la sixième tige était cylindrique sur la plus grande partie et n'était aplatie que sur les 20 cm. au-dessous du capitule terminal, à réceptacle deux fois aussi long que large. C'étaient donc de très belles fascies, ne le cédant en rien à celles de la plante-mère.

J'ai isolé ces fascies avant la floraison, et j'en ai eu une récolte très suffisante de graines.

De ces graines, j'ai semé de la même manière en avril 1897, et j'ai eu deux lots d'environ deux mètres carrés chacun, portant ensemble 80 plantes. Quelques-unes ont produit des tiges, la plupart sont restées à l'état de rosettes. Au mois d'avril 1898, je comptais 13 individus à rosettes aplaties sur un nombre total de 65, soit 20 °/₀. Plusieurs d'entre elles avaient plus d'une fascie, la plante la plus vigoureuse en avait un grand nombre et fut divisée en six parties, dont chacune avait une ou deux rosettes élargies.

J'ai transplanté ces individus héritiers dans un terrain nouvellement préparé et ils ont donné un grand nombre de tiges plus ou moins aplaties. Leur largeur était en moyenne de 4 centimètres, et elles étaient presque toutes aplaties de la base jusqu'au sommet. Elles ont donné une récolte considérable de graines.

Ma race bisannuelle a donc eu deux générations successives assez riches en fascies, car elles ont présenté toutes les deux 20 °/₀ d'individus fasciés. Les fascies étaient aussi belles que les mieux développées qu'on puisse trouver spontanément, et souvent il y en avait plusieurs sur la même plante.

La thèse de Godron se résout donc de cette manière que la reproduction héréditaire des fascies exige des soins tout particuliers, mais réussit par ces soins aussi bien pour le *Picris* que pour toute autre fascie rencontrée accidentellement.

Pour avoir des rosettes qui s'élargissent plus tôt il suffit de semer plus tôt, ou d'accélérer plus fortement la croissance initiale. J'ai semé une partie de mes graines de 1894, le 26 février 1895, et j'en ai eu des rosettes fasciées dès le 20 juillet, tandis qu'au mois d'août deux autres plantes en ont encore produit. En tout 4 rosettes fasciées sur 15 plantes, soit environ la même quantité que dans les autres cultures.

En comparant les fascies provenant de rosettes fasciées avec celles des rosettes non fasciées ou avec les fascies annuelles, on

constate un fait bien remarquable mais dont la cause n'a pas encore été étudiée, du moins que je sache. Les fascies ordinaires commencent par une base cylindrique et vont en s'aplatissant et en s'élargissant de plus en plus ; leur largeur augmente toujours. Les tiges produites par les rosettes fasciées au contraire ont dès leur première apparition une largeur considérable, souvent de plusieurs centimètres. Mais elles ne l'augmentent plus. Elles s'élèvent en conservant leur largeur initiale. On pourrait les nommer des fascies conservatrices, en opposition aux fascies progressives de l'autre groupe. Elles ne sont même pas complètement conservatrices, car trop souvent elles perdent de leur largeur en se fendant, et elles semblent ne pas pouvoir regagner même ce qu'elles ont perdu de cette manière.

Les fascies de *Crepis biennis fasciata* donnent des exemples encore plus beaux et plus fréquents de cette règle que les espèces décrites dans ce mémoire.

Conclusion

1. — Les races fasciées des espèces facultativement annuelles et bisannuelles peuvent produire leurs fascies dans chacune de ces deux formes.

2. — Les fascies annuelles sont souvent plus rares, toujours moins parfaitement développées que les fascies produites la seconde année par des rosettes fasciées. Les premières ne commencent souvent à se montrer que vers la fin de l'été.

3. — La richesse en fasciation dépend, outre du degré d'hérédité acquise par la race, du semis et de la culture.

4. — Un semis qui donne aux jeunes plantes toute la vigueur possible avant la période où les tiges commencent à se développer augmente la richesse en fascies annuelles d'une manière incontestable. Une forte fumure et une bonne exposition, mais surtout une bonne distance entre les individus voisins y contribue encore beaucoup.

5. — Pour avoir des tiges élargies dès leur base, il faut avoir des rosettes fasciées, et pour cette raison une culture bisannuelle. On peut semer et fumer de la même manière que pour la culture annuelle, du moins si la race est assez riche en individus bisan-

nuels. Autrement cette méthode pourrait, dans des circonstances favorables, ne donner que des pieds annuels.

6. — Les cultures des monstruosités exigent, pour être bien riches et bien belles, plus de soins que la culture même des plantes ornementales. J'ai commencé presque toutes mes races par une culture aussi facile que possible, et en tâchant d'avoir chaque année une nouvelle génération, mais j'ai toujours été conduit à les soigner de plus en plus et à préférer la culture bisannuelle. Et ce n'est qu'en multipliant les soins que je suis parvenu à produire des fascies qui peuvent rivaliser avec les meilleurs spécimens trouvés spontanément.

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 *(Suite)*.

Étamine. — I. Balazs (1) a examiné le pollen de 394 Angiospermes de Hongrie, soit à sec, soit dans l'eau, au point de vue de leur coloration, de leur forme, de leur ornementation ou de leur contenu; l'auteur en distingue quatre types : le type réniforme, le type ellipsoïdal, le type sphérique et le type des grains coupés à leurs deux extrémités suivant une surface ellipsoïdale. L'auteur propose d'employer ces caractères extérieurs des grains de pollen dans la floristique.

Au cours des recherches qu'il a entrepris sur les plantes de la famille des Loranthacées, M. Van Tieghem (2) a étudié la déhiscence des anthères chez ces plantes. Dans tous les cas le sépale et l'étamine superposés ne constituent à eux deux qu'une seule feuille. Le nombre des sacs polliniques est très variable (un chez les *Dendrophthora*, un grand nombre indéterminé chez les *Viscum*, avec tous les intermédiaires). Quel que soit leur nombre, les sacs polliniques s'ouvrent chacun par une fente propre; ce mode de déhiscence semble tout d'abord constituer une exception à la règle qui est donnée comme générale pour les autres Phanérogames; en réalité c'est ainsi que les choses se passent chez les Gymnospermes et chez toutes les Angiospermes qui ont deux sacs polliniques, ou quatre sacs à déhiscence poricide; lorsque la déhiscence est longitudinale, les sacs peuvent présenter l'une des trois dispositions suivantes : les deux sacs du même côté peuvent être séparés par un sillon aussi profond qu'eux, sans cloison, ou par une cloison aussi profonde qu'eux, sans sillon, ou encore à la fois par une cloison et un sillon; dans le premier cas il y a toujours au fond du sillon deux fentes très rapprochées, mais distinctes; dans le second et le troisième cas on admet généralement que la cloison disparaît d'abord, faisant communiquer les deux sacs, puisque la cavité s'ouvre par une seule fente longitudinale; dans un grand nombre de cas, M. Van Tieghem s'est assuré que les choses ne se passent pas ainsi; mais qu'il se forme également une fente spéciale à chaque sac, de chaque côté de la cloison.

(1) Istvan Balázs : *A Pollenröl, különös tekintettel a honi Angiosperm fajokra* (8° Kolozsvár, 1896, 61 p.).

(2) Van Tieghem : *Observations sur la structure et la déhiscence des anthères des Loranthacées suivies de remarques sur la structure et la déhiscence de l'anthère en général* (Bull. Soc. Bot. Fr. XLII, 1895, p. 363-369).

Ovule.— Ch. J. Chamberlain (1) a étudié le développement du sac embryonnaire chez l'*Aster Novæ-Angliæ* ; ses conclusions sont les suivantes :

1° Les débuts du développement du sac embryonnaire de cette espèce diffèrent peu de ce que présentent les types décrits ; la formation du noyau secondaire n'offre pas les caractères d'une fécondation.

2° L'oosphère est tantôt sphérique, tantôt allongée ; les vacuoles et les noyaux des synergides occupent des positions variables ; l'oosphère et le noyau de l'endosperme offrent au contraire une uniformité remarquable dans la position des nucléoles.

3° Le nombre des cellules antipodes varie de deux à treize ; on en trouve plus souvent six ou sept que trois ; le nombre des noyaux dans une cellule antipode varie de un à plus de vingt ; la cellule antipode inférieure diffère des autres par la densité de son protoplasma, l'aspect de ses noyaux et l'action qu'elle exerce sur le tissu environnant.

4° Enfin l'auteur considère qu'une des cellules inférieures de la région antipodiale est homologue d'une oosphère ; cette existence d'une oosphère antipode serait une preuve que les cellules de cette région sont homologues de l'endosperme des Gymnospermes.

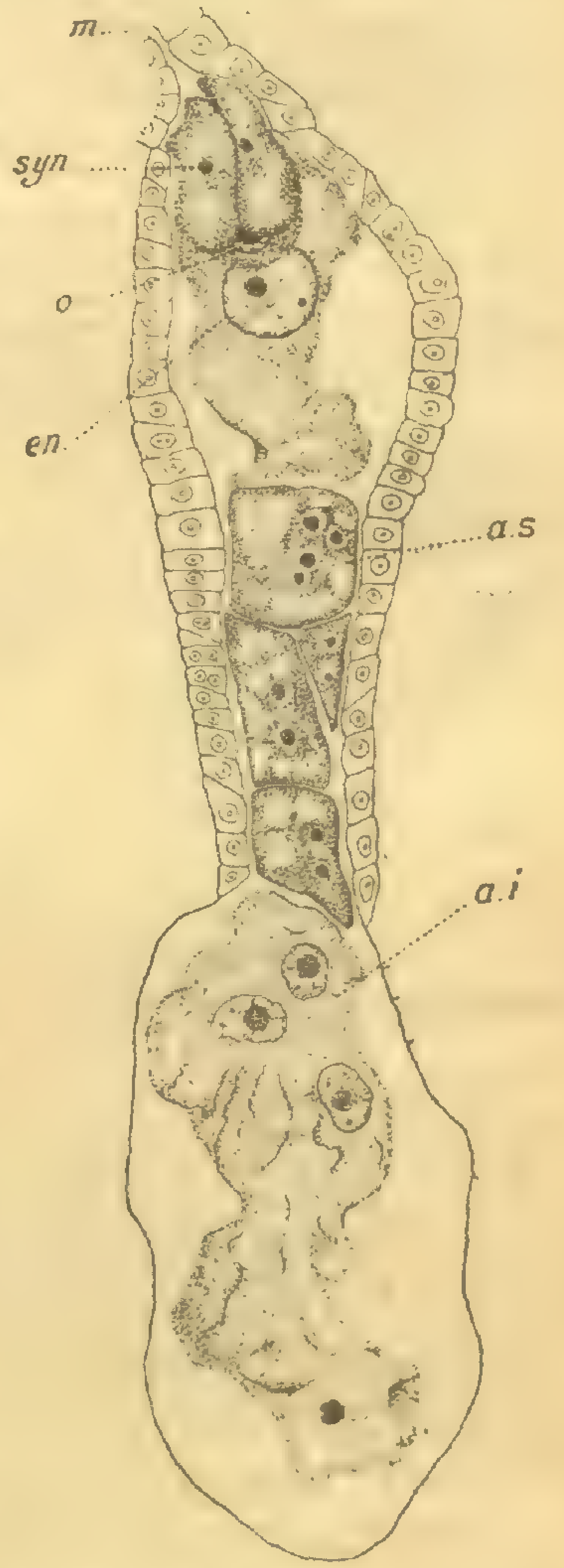


Fig. 26. — Sac embryonnaire d'*Aster Novæ-Angliæ* : *m*, micropyle ; *syn*, synergides ; *o*, oosphère ; *en*, noyau de l'albumen ; *a.s*, *a.i*, antipodes supérieures et inférieures. Gr. = 407.

Le *Jeffersonia diphylla* est un type très favorable pour l'étude de certains points d'embryogénie ; Fr. M. Andrews (2) a montré que les cellules et les noyaux y ont de grandes dimensions et que les tissus se laissent facilement couper. La cellule mère du sac embryonnaire est une des cellules hypodermiques du sommet du nucelle ; il ne se forme aucune cellule tapétale ; la cellule mère se dresse d'abord en deux cellules, puis chacune de celles-ci en deux ; c'est la cellule inférieure qui se développe en sac embryonnaire ; la cellule supérieure se divise quelquefois en deux par une cloison verticale ; les trois cellules antipodes sont particulièrement développées.

(1) Chas. J. Chamberlain : *The embryo-sac of Aster Novæ-Angliæ* (Bot. Gazette Vol. XX, 1895, p. 205-213, Pl. XV-XVI).

(2) Fr. M. Andrews : *Development of the embryo-sac of Jeffersonia diphylla* (Bot. Gazette, XX, 1895, p. 423-425, pl. XXVIII).

De son étude du sac embryonnaire de l'*Alisma Plantago*, J. H. SCHAFFNER (1) émet les conclusions suivantes : le développement de cet organe ne présente rien de particulier et il possède, lorsqu'il est complètement formé, les huit noyaux ordinaires ; pendant la conjugaison des deux noyaux qui doivent donner naissance au noyau de l'albumen, les quatre centrosphères se conjuguent par paire.

L'endosperme n'est pas abondant et provient entièrement de la division du noyau secondaire, les cellules antipodes ne se dissociant ni ne se fragmentant pas. La division du noyau générateur pollinique a lieu dans le grain de pollen. Les deux noyaux mâles pénètrent dans le sac embryonnaire, mais un seul prend part à la fécondation, l'autre restant dans le tube pollinique; le noyau d'une des synergides est

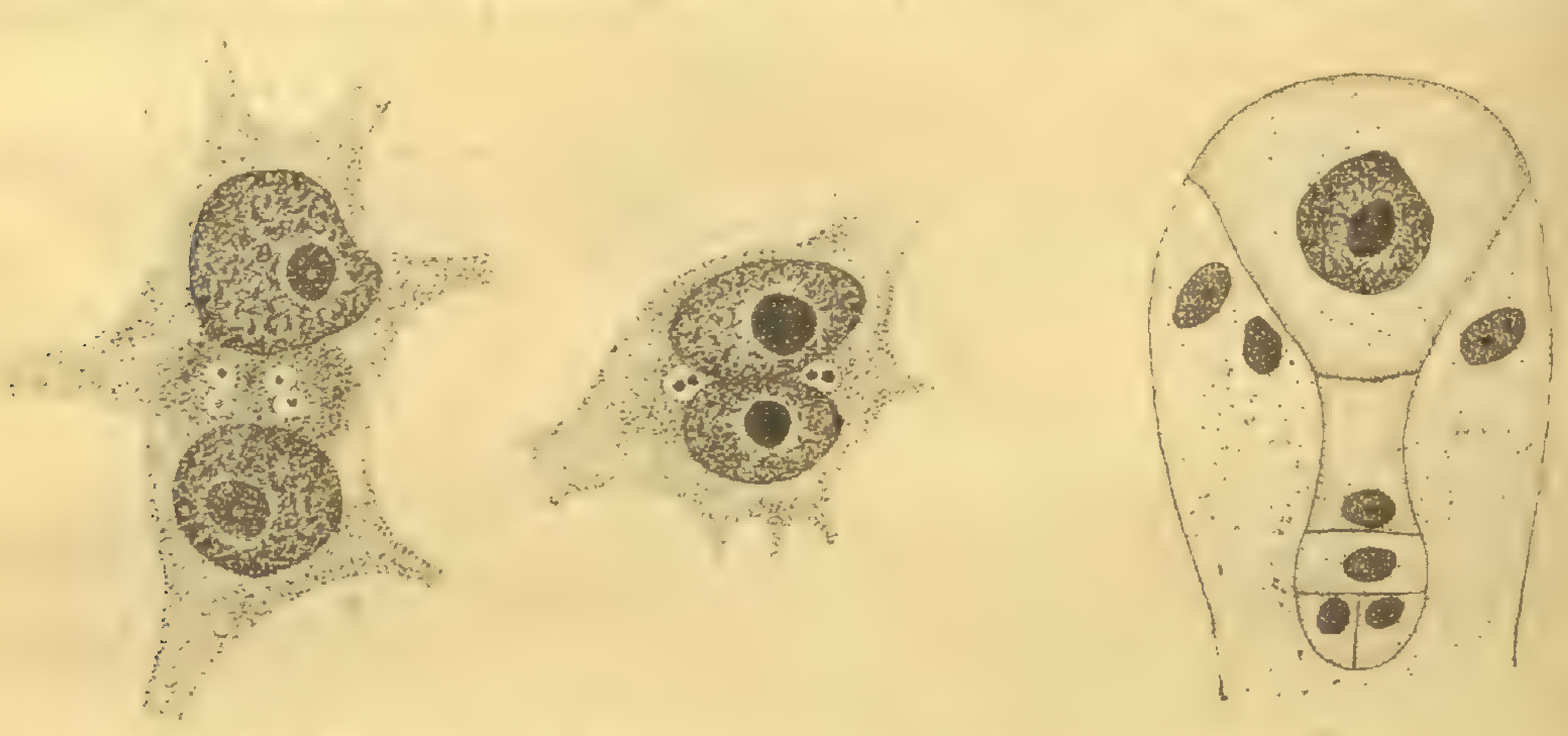


Fig. 27 à 29. — Sac embryonnaire d'*Alisma Plantago.*

Fig. 27 : les deux noyaux polaires avant leur conjugaison.
Fig. 28 : conjugaison des deux noyaux polaires.
Fig. 29 : proembryon à 6 cellules ; 3 noyaux de l'albumen.

entièrement absorbé au contact du tube pollinique; celui de l'autre synergide disparaît aussi plus tard, sa substance étant probablement employée à nourrir le gros noyau de la cellule suspenseur. Les centrosphères du noyau mâle inférieur précèdent celui-ci lorsqu'il s'approche de l'oosphère. Le noyau de l'oosphère se renfle du côté du noyau mâle. Après la première division de l'œuf, les trois divisions successives s'effectuent dans la cellule la plus externe; les trois premières divisions ont lieu dans le sens transversal par rapport à l'axe du sac embryonnaire, la quatrième s'opère dans le sens longitudinal.

D. M. MOTTIER (2) étudie la formation et le développement du sac embryonnaire dans la famille des Renonculacées; cette étude est parti-

(1) John M. Schaffner : *The embryo-sac of Alisma Plantago* (Bot. Gazette, XXI, 1896, p. 123-133, pl. IX-X).

(2) David M. Mottier : *Contribution to the embryology of the Ranunculaceæ* (Bot. Gazette, XX, 1895, p. 241-249, Pl. XVII-XX)

culièrement intéressante au point de vue des variations que présentent à ce sujet les différents types. Ce qui attire d'abord l'attention est la présence de plusieurs cellules mères qui se développent en autant de sacs embryonnaires ; c'est dans le genre *Caltha* qu'on en observe le plus grand nombre, cinq ou même davantage ; ce fait apporte une nouvelle force à la théorie qui homologue l'ovule à un macrosporange, les téguments représentant une indusie. La présence de plusieurs sacs embryonnaires dans un ovule a été observée par plusieurs auteurs dans diverses familles, mais jamais avec la prédominance qu'on lui retrouve ici.

La production de séries de quatre cellules par deux divisions sucessives des cellules mères est plus fréquente dans cette famille qu'on ne l'avait supposé. Dans certaines espèces la cellule-mère donne naissance tantôt à trois, tantôt à quatre cellules ; l'auteur pose la question de savoir quel est le nombre primitif. Si on regarde la petite cellule qui se détache quelquefois de la cellule mère dans le genre *Aquilegia* comme une cellule tapétale, on observe ici un phénomène apparaissant en une région inattendue. M. Guignard a observé la présence d'une cellule tapétale dans certains genres d'une famille alors que d'autres genres de la même famille n'en présentaient pas ; mais on n'avait pas encore signalé de cellule tapétale apparaissant irrégulièrement dans une même espèce.

Fig. 30. — Ovule de *Delphinium* présentant deux sacs embryonnaires. G. = 260.

La règle si générale chez les Angiospermes suivant laquelle la cellule inférieure de la série dérivée de la cellule mère se développe directement en sac embryonnaire semble souffrir une exception dans le genre *Caltha*. M. Guignard avait signalé une exception analogue dans l'*Acacia albida* après Mellink qui avait rencontré le même fait chez une Monocotylédone (*Agraphis*) et Strasburger chez le *Rosa livida*.

L'auteur croit avoir observé une concordance entre les dimensions des cellules de l'ovule et les conditions de vie des différentes espèces ; les espèces croissant dans un milieu aquatique auraient des cellules ovulaires beaucoup plus grandes que celles qui se développent à la sécheresse.

M. d'Hubert (1) a recherché si les plantes grasses ne présentaient

(1) E. d'Hubert : *Recherches sur le sac embryonnaire des plantes grasses* (Ann. Sc. Nat. Bot., 8e série, II, 1896, 126 p., Pl. I-III).

pas dans leur appareil reproducteur des caractères particuliers ; il a spécialement étudié l'ovule des Cactées ; chez ces plantes les ovules très nombreux sont disposés de façon à occuper le mieux possible la cavité ovarienne ; ils sont isolés ou groupés en grappes ; ils sont amphitropes et leur funicule gorgé d'amidon s'enroule autour d'eux en une boucle plus ou moins complète.

Pendant les bipartitions du sac embryonnaire, qui dérive directement d'une cellule sous-épidermique, de l'amidon apparaît dans ces cellules ; il disparaît assez rapidement dans les antipodes, atteint son maximum de développement à la maturité du sac pour les synergides, au moment de la fécondation pour l'oosphère, et augmente constamment

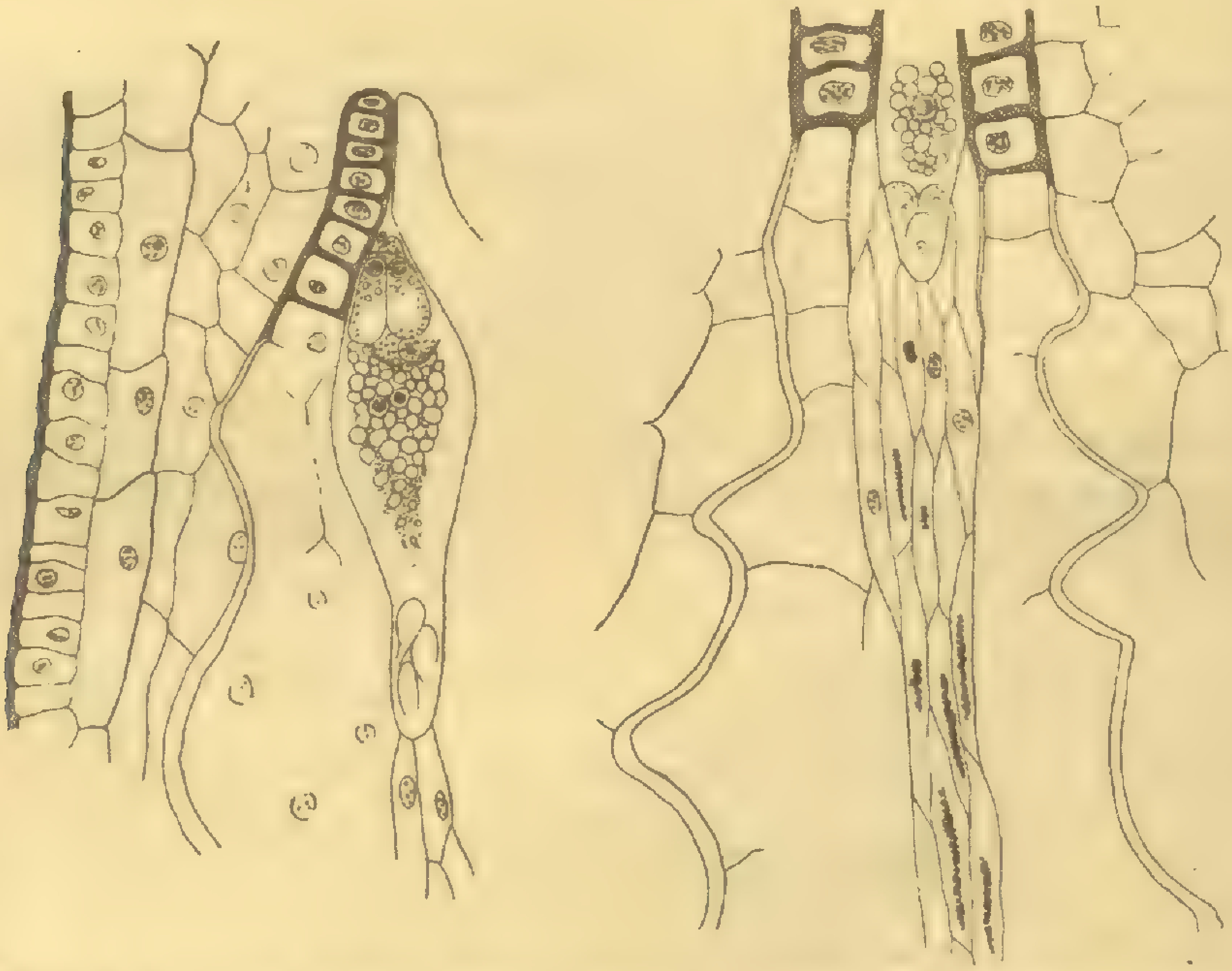


Fig. 31. — A gauche, partie supérieure de l'ovule de *Sedum tabaricum* ; à droite, région inférieure du nucelle de *Sedum spurium*.

autour des noyaux polaires jusqu'à la constitution de l'albumen. On retrouve les mêmes caractères essentiels de l'ovule chez les Mésembrianthémées qui ne diffère guère de celui des Cactées que par la présence d'une calotte de trois cellules. Chez les Crassulacées l'ovule présente un capuchon formé par l'épiderme du nucelle au niveau du sac embryonnaire, et, suivant son axe, un système de cellules allongées conductrices reliant le sac embryonnaire à la chalaze.

De l'étude comparative des ovules des plantes grasses et des ovules des plantes non grasses, il résulte que toutes les plantes grasses ont de l'amidon dans leur sac embryonnaire ; mais quelques plantes non grasses présentent le même caractère. Il semble donc qu'il y a une relation entre la présence de l'amidon dans le sac embryonnaire d'une plante et sa carnosité ; mais d'autres causes peuvent suffire à développer cet

amidon ; l'une d'entre elles, selon l'auteur, serait la lenteur des phénomènes précédant la fécondation.

Westermaier (1) a étudié l'anatomie des ovules de différentes plantes, surtout en ce qui concerne les cellules antipodes. Dans les *Forsythia* dont les ovules arrivent rarement à complet développement dans nos climats, on observe dans la région des antipodes un massif cellulaire cylindrique déjà bien développé dans les jeunes bourgeons floraux, tandis que le reste du sac embryonnaire est atrophié. Le funicule ne possède pas de faisceau libéro-ligneux, alors qu'il existe chez le *Syringa*, ce qui paraît être en rapport avec l'insertion presque directe des fleurs sur les rameaux. Dans le *Syringa dubia* dont les fleurs sont ordinairement stériles, on trouve le plus souvent le massif cellulaire antipode ; dans le *Syringa vulgaris* dont les fleurs sont fécondes tantôt on l'observe, tantôt à sa place se trouve une masse fluide pourvue de noyaux.

Chez l'*Alstrœmeria*, l'auteur a observé que l'appareil antipode quitte sa position basilaire pour devenir latéral, par suite de l'accroissement du sac embryonnaire ; il servirait ainsi à la nutrition de l'embryon dans les premiers stades de son développement.

Malgré l'absence d'appareil antipodial spécial chez les Crucifères et les Résédacées, Westermaier a pu observer des migrations alimentaires de la région basilaire du sac embryonnaire dans la direction de l'embryon.

Les cas de polyembryonie dans les graines d'Angiospermes ne sont pas rares et peuvent être rapportés à plusieurs causes telles que la concrescence de deux ovules, la présence de plusieurs sacs embryonnaires le bourgeonnement de cellules nucellaires, l'existence de deux oosphères, le développement en embryons de cellules synergides.

S. Tretjakoff (2) signale à son tour chez l'*Allium odorum* un cas de polyembryonie provenant du développement d'une ou plusieurs antipodes, qui, sans fécondation préalable, se divisent d'une manière parallèle à l'oosphère fécondée.

Strasburger a signalé dans le *Funkia*, le *Citrus*, etc., des cas de polyembryonie provenant de la formation d'embryons adventifs issus du nucelle et s'accroissant dans la cavité du sac embryonnaire après la fécondation. Plus tard M. Guignard a décrit chez le *Mimosa Denhartii* une polyembryonie constituée par la fécondation d'une des synergides ; c'est aussi aux dépens du sac embryonnaire que se produit la polyembryonie que vient de décrire Jeffrey (3) dans l'*Erythronium america-*

(1) M. Westermaier : *Zur Physiologie und Morphologie der Angiospermen-Samen-Knospe* (Beitr. z. wiss. Bot. I, 1895, p. 255-280, 2 pl.).

(2) S. Tretjakoff : *Die Betheiligung der Antipoden in Fällen der Polyembryonie bei Allium odorum* (Ber. d. d. Bot. Gesellsch. XIII, 1895, p. 13-17, Pl. II).

(3) E. C. Jeffrey : *Polyembryony in Erythronium americanum* (Ann. of Botany, IX, 1895, p. 537-543, Pl. XIX).

num, mais ici tous les embryons se développent aux dépens de l'oosphère fécondée; la figure 32, où les synergides ont disparu, remplacera toute description; on observe donc dans ce cas un phénomène tout à fait comparable à celui qui se passe si communément chez les Gymnospermes.

Les exemples de pénétration du tube pollinique par la chalaze se multiplient; S. Nawaschine (1) a retrouvé chez le Noisetier un phénomène de chalazogamie tout à fait comparable à celui des Casuarinées. Cette plante présente d'ailleurs dans le développement de son ovule plusieurs traits caractéristiques; le nucelle possède plusieurs sacs embryonnaires dont un seul est fécondé; ceux-ci prennent naissance aux dépens d'un tissu très comparable au tissu sporogène des Casuarinées, et constitué par de nombreuses cellules ellipsoïdales qui sont groupées autour de l'axe du nucelle; elles se divisent par des cloisons transversales en plusieurs cellules filles, dont une seule devient cellule mère de sac embryonnaire; certaines cependant de ces cellules allongées peuvent ne pas se diviser, elles se transforment alors en trachéides.

Fig. 32. — Polyembryonie chez l'*Erythronium americanum*: 3 embryons se développent aux dépens de l'œuf.

Les cellules antipodes sont entourées par une membrane cellulosique et apparaissent bien avant les cellules sexuelles; elles sont d'abord situées au fond du sac embryonnaire, mais se rapprochent ensuite, en prenant une position latérale, de la région micropylaire dont elles arrivent à être plus proches que de la région chalazienne. Les sacs embryonnaires stériles contiennent également 2 ou 3 cellules antipodes à membrane cellulosique et plusieurs noyaux (jusqu'à 5) rappelant les macrospores stériles des *Casuarina*. A côté de ces sacs embryonnaires stériles on rencontre assez souvent des sacs embryonnaires rudimentaires qui ne contiennent que 2 à 4 noyaux.

Le Noyer a fourni au même auteur (2) un autre exemple de chalazogamie; de la région chalazienne de nombreux tubes polliniques viennent entourer de tous côtés le sac embryonnaire; pour Nawaschine la chalazogamie provient de l'impossibilité où se trouve le tube pollinique des plantes, qui présentent ce caractère, de se développer en dehors du tissu de ces plantes.

(1) S. Nawaschine : *Neue Ergebnisse über die Embryologie der Hasel* (*Corylus Avellana*) (Bot. Centralbl. LXIII, p. 104-106).

(2) E. Nawaschine : *Ein Neues Beispiel der Chalazogamie* (Bot. Centralbl., LXIII, 1895, p. 353-357).

M. Van Tieghem (1) signale des exceptions à cette loi, que c'est la cellule médiane du groupe de trois cellules apicales du sac embryonnaire qui joue le rôle d'oosphère, et cela qu'il y ait porogamie ou chalazogamie; ces exceptions sont présentées par un certain nombre de Loranthacées. Chez les Elytranthées et les Gaïadendrées qui ont des carpelles fermés, de manière à produire un ovaire pluriloculaire dont les loges sont de bonne heure oblitérées par la soudure de l'épiderme, la cellule mère de l'endosperme naît vers la base de chaque loge, sur sa face interne, et c'est la triade basilaire qui est fertile, la triade apicale au contraire est stérile ; la polarité du sac embryonnaire est renversée. Un exemple tout à fait comparable est fourni par le genre *Arceuthobium*, dont l'auteur fait une famille spéciale, intermédiaire aux Loranthacés et aux Santalacées. Et non seulement on peut rencontrer un pareil renversement de la polarité du sac embryonnaire dans des plantes qui, comme les précédentes, sont dépourvues d'ovules, mais aussi chez les Balanophoracées qui ont un ovule nu.

L'auteur propose d'appeler *acrogames* les Angiospermes qui forment l'œuf dans le sommet de l'endosperme, *basigames* celles chez qui l'oosphère est une des cellules de la triade inférieure.

Dans un second article M. Van Tieghem (2) cite de nouveaux cas de basigamie, ceux du *Nuytsia*, des Ginalloïdées parmi les Viscacées, des Sarcophytidées parmi les Balanophorées et décrit de plus un cas d'*homœogamie*, c'est-à-dire un cas où chacune des deux triades inférieure et supérieure peut aussi bien avoir sa cellule médiane fécondée. L'auteur a observé ce fait chez le *Balanophora indica* chez lequel il décrit le développement du sac embryonnaire dont la cellule mère prend à l'intérieur de sa membrane cellulosique qui reste symétrique par rapport à l'axe, la forme d'un tube en U à deux branches inégales, devient par conséquent symétrique seulement par rapport à un plan. C'est ordinairement sur le sommet de la grande branche, plus rapprochée de la base du style qu'arrive le tube pollinique pour transformer l'oosphère en œuf, il y a ordinairement acrogamie; mais il arrive aussi que le tube pollinique vienne à toucher le sommet de la petite branche et y former l'œuf; il y a alors basigamie.

A propos du travail de Treub sur les *Casuarina*, Ch. Chamberlain (3) signale la difficulté qu'il a eu à mettre en évidence les cellules antipodes chez des *Salix*, où elles ont une existence très éphémère; ce fait lui donne à penser qu'il en est peut-être de même chez les *Casua-*

(1) Ph. Van Tieghem : *Acrogamie et Basigamie* (Journ. de Bot., IX, 1895, p. 465-469.

(2) Ph. Van Tieghem : *Sur quelques exemples nouveaux de basigamie et sur un cas d'homœogamie* (Journ. de Bot. X, 1896, p. 245-258).

(3) Chas. Chamberlain : *A remarkable macrospore* (Bot. Gazette, XXI, 1896, p. 375).

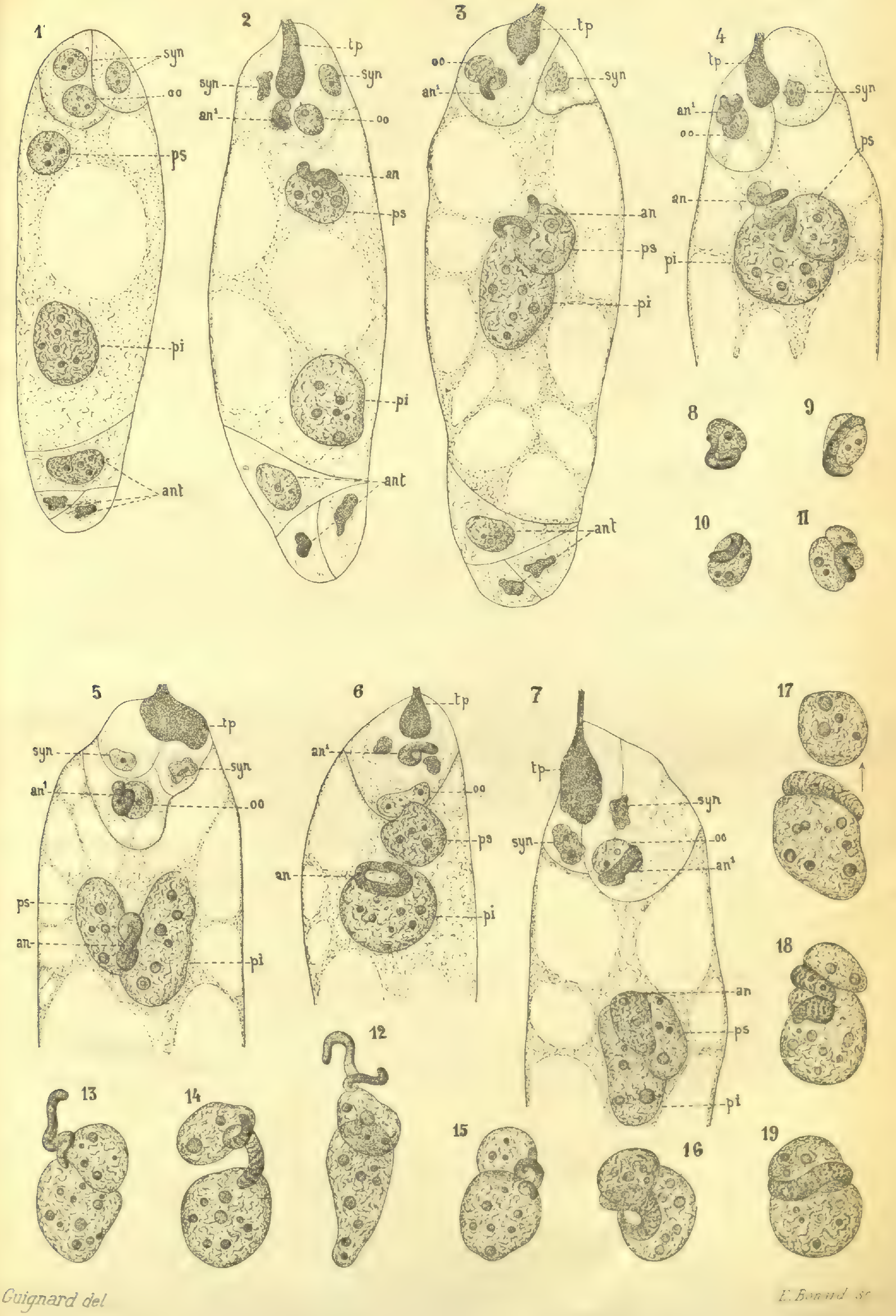
rina et que c'est à ce caractère de fugacité que Treub doit de ne pas les avoir vues.

M. Molliard (1) a constaté dans certains ovules de fleurs doubles de *Petunia hybrida* la formation de grains de pollen; le développement de ces grains de pollen dans le nucelle est en tous points comparable à celui des grains de pollen normaux.

(1) M. Molliard : *Sur la formation du pollen dans les ovules du Petunia hybrida* (Rev. Gén. de Bot., VIII, 1896, p. 49-59, pl. IV).

(*A suivre*). M. Molliard.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.



L. Guignard del — E. Bonard sc

Anthérozoïdes des Angiospermes

Photogr. Bertin & Cie Paris

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Duchartre, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Kosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

325. — *Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.*

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIÈME

Livraison du 15 Mai 1899

N° 125

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

1899

LIVRAISON DU 15 MAI 1899

I. — NOTICE SUR M. CHARLES NAUDIN, par **M. Ed. Bornet** 161

II. — OBSERVATIONS MORPHOLOGIQUES SUR LES FEUILLES DES CUPRESSINÉES (avec planche et figures dans le texte), par **M. Aug. Daguillon.** 168

III. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896 (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** *(suite)* 205

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 5. — *Araucaria imbricata*; *Cryptomeria japonica*; *Chamæcyparis Lawsoniana.*

Cette livraison renferme en outre onze gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

NOTICE SUR M. CHARLES NAUDIN

par M. Ed. BORNET.

L'année 1840 et les deux années suivantes virent naître à la vie scientifique une phalange de jeunes botanistes qui, à des titres divers, firent partie de l'Académie des Sciences. En ouvrant les volumes des *Annales des Sciences naturelles* et d'autres publications datant de cette courte période, on rencontre, rangés suivant l'ordre de leur naissance, les noms bien connus de Naudin, Tulasne, Thuret, Trieul, Weddell, Cosson. Né le premier, M. Naudin a disparu le dernier. Il s'est éteint subitement à Antibes le 19 de ce mois.

M. Charles Naudin est né à Autun le 14 août 1815. Son père, instituteur de village, était passionné pour l'étude du latin et passait pour un latiniste distingué. Sa mère était fille d'un magistrat, Pierre Deroche, procureur du Roi à Autun, grand ami de Talleyrand. Elle mourut du chagrin d'avoir vu son patrimoine englouti dans des affaires industrielles entreprises par son mari.

Charles avait à peine huit ans. Ses débuts dans la vie furent longuement et durement pénibles. Commencées dans sa ville natale, ses études se poursuivirent à Bailleu-sur-Thérain, dans l'Oise, à Limoux, dans le département de l'Aude, et se terminèrent à Montpellier. Maître d'étude dans de petites institutions pendant qu'il prépare ses baccalauréats, il est ensuite professeur à Château-Chinon, en Morvan, puis à Cette. Revenu à Montpellier il prend quelques inscriptions à l'École de Médecine; mais la carrière médicale ne lui plaisant guère, il y renonce pour se livrer à l'étude des sciences naturelles. M. Naudin arrive à Paris en 1839, il est licencié en 1841, docteur en 1842. Ces rapides succès paraîtront d'autant plus admirables lorsqu'on saura que, dénué de toutes ressources personnelles, le jeune étudiant devait gagner sa vie de chaque jour en donnant des leçons, en tenant les livres d'un commerçant, et qu'en même temps il poursuivait des recherches

scientifiques originales. Les *Annales des sciences naturelles* accueillent en 1840 une note de lui sur un curieux cas de développement de bourgeons adventifs sur une feuille de *Drosera*.

En 1842 il présente pour le doctorat une thèse sur la végétation des Solanées, qui fait honneur à la pénétration de son esprit ; il donne aux *Annales* des « Observations sur le développement des organes appendiculaires des végétaux » et une « Revue de la Flore du Brésil méridional ». Ce dernier travail était fait sous la direction d'Auguste S^t-Hilaire, dont il était devenu l'aide, en remplacement de Tulasne. La maladie du principal collaborateur mit bientôt fin au travail commun et c'est sous son nom seul que M. Naudin publia, pendant les deux années suivantes, ses « Additions à la Flore du Brésil méridional ».

Appelé à Rouen par Pouchet, en 1845, afin de déterminer les plantes de l'Ecole de botanique, il y fit son apprentissage de professeur de sciences. Mais tombé dans un milieu troublé par des querelles intestines, n'ayant qu'un traitement dérisoire, mal vu du jardinier en chef qui ne manquait pas de dire, lorsqu'il passait devant des plantes sans étiquettes : Ah ! voilà encore des plantes que le Docteur ès-sciences de Paris n'a pas pu nommer, il avait hâte d'obtenir une situation plus conforme à sa valeur et à ses goûts. Et il se recommandait à Decaisne, la providence des botanistes dans l'embarras, pour qu'il l'aidât à rentrer à Paris. Son désir se réalisa à la fin de la même année ; il fut nommé professeur suppléant de Zoologie au collège Chaptal, où Decaisne enseignait la botanique. Doué d'une grande facilité d'assimilation, d'un esprit vif et original, brillant causeur, il aurait sans doute obtenu de grands succès dans la carrière professorale. Malheureusement il fut bientôt atteint d'une surdité incurable accompagnée d'une névralgie faciale qui le força à donner sa démission.

Privé de l'avantage d'échanger ses idées par la parole, *ab humano commercio segregatus*, comme il écrivait alors, il s'appliqua avec plus d'ardeur encore aux travaux du laboratoire. C'est alors qu'il acheva la « Monographie générale des Mélastomacés », ouvrage considérable qui renferme la description de 250 genres, de plus de 500 espèces nouvelles et 27 planches dessinées par lui-même.

Il n'était qu'employé libre, c'est-à-dire sans attache officielle, pendant l'exécution de ce travail et de plusieurs autres qu'il fit dans

l'herbier du Muséum. En 1854, Decaisne, qui avait remplacé Mirbel dans la chaire de culture, le prit pour son aide-naturaliste. Il lui donna en même temps le conseil et les moyens d'entreprendre des recherches expérimentales sur des questions qui excitaient alors, au plus haut degré, l'intérêt des naturalistes : la définition et l'origine de l'espèce, l'hybridité et son rôle dans la production des espèces.

M. Naudin choisit, pour remplir la première partie du programme, la famille des Cucurbitacées. « Peu de familles, en effet, fait-il remarquer, se prêtent mieux à ce genre d'études, tout à la fois par le polymorphisme des espèces et la stabilité des formes secondaires qu'on ne peut cependant pas regarder comme des espèces véritables. » Une collection considérable du Cucurbitacées vivantes, la plus grande qui ait jamais existé, fut réunie au Jardin des Plantes et soumise à de nombreux croisements. Après plusieurs années d'études, M. Naudin reconnut, avec une entière certitude, l'exactitude des propositions suivantes : La multitude des formes que présentent les Courges et les Melons se ramène à un petit nombre d'espèces parfaitement limitées, — ces espèces ne s'hybridant pas entre elles ; — par suite de leur dissémination dans toutes les contrées chaudes et tempérées et sans doute aussi par le fait d'une culture extrêmement ancienne, il s'est formé un nombre immense de races ou de sous-espèces douées d'une stabilité remarquable et quelquefois plus différentes les unes des autres dans leur aspect général que ne le sont entre elles les espèces réellement distinctes. Ces races, bien caractérisées, se montrent invariables, dans une longue suite de générations, aussi longtemps qu'elles ne sont fécondées que par leur propre pollen. Elles dégénèrent et se transforment rapidement en de nouvelles variétés, si elles viennent à se croiser avec d'autres races ou d'autres variétés de la même espèce.

Ses recherches sur l'Hybridité des végétaux, qui ont obtenu le grand prix de physiologie végétale au concours de 1861, exigèrent des observations prolongées pendant plusieurs années. Car, si intéressants que fussent les résultats qui se produisent dans les premiers croisements, il était surtout nécessaire de connaître la manière dont se comporteraient les hybrides de la deuxième génération et des générations suivantes. Les conclusions fournies par

les expériences furent très nettes. Les hybrides d'un même croisement se ressemblent entre eux à la première génération; tous les hybrides réciproques sont aussi semblables les uns aux autres que s'ils étaient provenus du même croisement. — A la seconde génération, une extrême bigarrure de formes succède à l'uniformité première. Les unes se rapprochent du type spécifique du père, d'autres de celui de la mère ; quelques-uns rentrent subitement et entièrement dans l'un ou dans l'autre. — Cette dissolution des formes hybrides, plus ou moins rapide, mais constante, ne permet pas de croire que les hybrides, lorsqu'ils sont fertiles, puissent faire souche d'espèce. Ces formes mixtes finissent toujours par disparaître au bout d'un nombre indéterminé de générations.

Ces faits établis, M. Naudin en déduit une conception de l'espèce. Celle-ci n'est pas un type idéal, une abstraction ; elle est avant tout une collection d'individus semblables. Il n'existe aucune différence qualitative entre les espèces, les races et les variétés. Puis il montre que la question de l'espèce est connexe de celle d'origine, et il se prononce alors, car depuis ses idées se sont modifiées, en faveur du système suivant lequel les espèces se tiennent par un lien d'origine, sont réellement parentes les unes des autres et descendent d'ancêtres communs. Ces idées de parenté générale entre les êtres de même genre, de même famille et de même règne, formulées par M. Naudin dès 1852, ont reçu leur complet développement dans un mémoire très étudié : « Les espèces affines et la théorie de l'Evolution » qui a paru en 1874. Il y discute les théories évolutionistes et transformistes connues alors et en particulier l'hypothèse de la sélection naturelle qu'il exclut totalement, à moins qu'on en fasse un synonyme de *survivance*. Résumant, en 1856, dans une réunion de naturalistes, quelques-unes de ces vues de M. Naudin, Decaisne croyait devoir ajouter : « Je n'insiste point sur ces idées, peut-être trop nouvelles pour nous ». Nous ne sommes plus aussi timides.

M. Naudin fut élu membre de la section de botanique de l'Académie des Sciences, le 14 décembre 1863 ; il aurait pu entrer aussi justement dans la section d'Économie rurale. De bonne heure, en effet, il s'est intéressé à l'art de la culture. Rédacteur à la « Revue horticole », à la « Flore des serres », au « Bon Jardinier », il a écrit pendant de longues années un très grand nombre d'articles sur des sujets très divers ; en même temps il collaborait au « Journal d'Agri-

culture pratique » et à l'« Encyclopédie de l'Agriculture ». Puis il commença avec Decaisne un « Manuel de l'Amateur des Jardins ». Le quatrième volume n'était pas achevé lorsque M. Naudin, fatigué par ce travail assidu et par l'exacerbation de sa névralgie, abandonna son poste d'aide-naturaliste pour aller à Collioure, dans le but d'y fonder un établissement de botanique expérimentale. Il y resta neuf ans.

A la mort de Gustave Thuret, sa belle-sœur, Madame Thuret-Fould, acheta la villa Thuret pour la donner à l'État. Decaisne, que M. Naudin avait quitté malgré ses instances les plus pressantes, insista pour que la direction lui en fût confiée. Par les soins de M. Naudin, les collections existantes furent augmentées ; beaucoup d'espèces intéressantes introduites et expérimentées. Des relations d'échanges ont été établies avec de nombreux établissements publics et privés, en Europe et hors d'Europe ; des matériaux d'étude ont été expédiés aux botanistes et aux professeurs de nos établissements scientifiques pour leurs recherches et leurs démonstrations Deux Mémoires de grande valeur sur les *Eucalyptus*, dont il a rassemblé plus de 80 espèces dans le jardin Thuret, montrent l'utilité de ces jardins d'essai, lorsqu'ils sont dirigés par un savant expérimenté. On lui doit encore un « Manuel de l'Acclimateur », ou choix de plantes recommandées pour l'Agriculture, l'Industrie, la Médecine, et adaptées aux climats de l'Europe et des pays tropicaux, utile ouvrage où l'on reconnaît vite qu'il ne sort pas de la plume d'un compilateur ordinaire. Enfin, il y a deux ans à peine, M. Naudin communiquait à l'Académie des recherches sur les tubercules des Légumineuses.

Il semblait que, sous le beau climat de la Provence, dans ce merveilleux site du Cap d'Antibes, où la villa Thuret est située, dans un jardin en pleine prospérité, M. Naudin dût jouir de quelque repos après de longues années de lutte. Il n'en a rien été; la mort de deux de ses fils, atteints à leur âge d'homme d'une maladie de langueur qui les conduisit lentement au tombeau, d'autres misères encore, lui firent souhaiter un moment de fuir un lieu qui lui rappelait de pareilles tristesses. La résignation fut plus forte. Il est parti, laissant le souvenir d'un homme bienveillant, d'un esprit ouvert qui se mouvait avec la même aisance dans les domaines des faits, des idées abstraites et de l'imagination, d'une âme virile

que les épreuves les plus cruelles n'ont pas abattu et dont les travaux font honneur à la science française.

Puisse l'estime profonde et la sympathie dont la mémoire de son mari est entourée être une légère consolation pour la femme vaillante qui a partagé et soulagé ses douleurs, pour les enfants éplorés qui se pressent autour d'elle.

LISTE DES PRINCIPAUX TRAVAUX BOTANIQUES DE M. NAUDIN

1. Note sur des bourgeons adventifs produits par la feuille d'un *Drosera intermedia* (Ann. sc. nat., 1840).

2. Essai sur la végétation des Solanées (Thèse de doctorat, Paris, 1842).

3. Résumé de quelques observations sur le développement des organes appendiculaires des végétaux (Ann. sc. nat., 1842).

4. Nouvelles recherches sur le développement des axes et des appendices des végétaux (Ann. sc. nat., 1844).

5. Revue de la Flore du Brésil méridional (Ann. sc. nat., 1842).

6. Additions à la Flore du Brésil; description de plusieurs genres nouveaux de la famille des Mélastomacées, etc. Trois mémoires de botanique descriptive (Ann. sc. nat., 1844 et 1845).

7. Melastomacearum quæ in Museo parisiensi continentur monographicæ descriptionis et secundum affinitates distributionis tentamen, etc. Monographie générale de la famille des Mélastomacées (Ann. sc. nat., tomes XII à XVIII, années 1849-1852, avec 27 planches dessinées par l'auteur. — Publication à part en un volume in-8° de 720 pages).

8. Observations relatives à la nature des vrilles et à la structure de la fleur et du fruit dans les Cucurbitacées (Ann. sc. nat., 1855).

9. Nouvelles recherches sur les caractères spécifiques et les variétés des espèces dans le genre *Cucurbita* (Ann. sc. nat., 1856).

10. Constatation du retour spontané de plantes hybrides du genre *Primula* aux types des espèces productrices (Compt. Rend. Acad. Sc., 1856, 1er semestre).

11. Observation d'un cas d'hybridité anormale (Compt. Rend. Acad. Sc., 1856, 1er semestre).

12. Résultats d'une fécondation insuffisante dans les végétaux (Compt. Rend. Acad. Sc., 1856, 1er semestre).

13 Observation d'ovaires développés en fruits, sous l'influence d'un pollen étranger, mais ne contenant aucune graine embryonnée (Compt. Rend. Acad. Sc., 1857, 1er semestre).

14. Considérations générales sur l'espèce et la variété (Compt. Rend. Acad. Sc., 1858, 1er semestre).

15. Observations concernant quelques plantes hybrides cultivées au Muséum (Ann. sc. nat., 1858).

16. Observation d'un cas remarquable d'hybridité disjointe (Comp. Rend. Acad. Sc., 1859, 2e semestre).

17. Monographie des espèces et des variétés du genre *Cucumis* (Ann. sc. nat., 1859).

18. Revue des Cucurbitacées cultivées au Muséum d'histoire naturelle en 1859 (Ann. sc. nat., 1859).

19. Espèces et variétés nouvelles de Cucurbitacées cultivées au Muséum en 1860 et 1861 (Ann. sc. nat., 1862).

20. Cucurbitacées cultivées au Muséum en 1862 (Ann. sc. nat., 1863).

21. Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux (Ann. sc. nat., 1863).

22. Description d'une nouvelle espèce du genre *Coccinia* (Ann. sc. nat., 1857).

23. Description d'une espèce nouvelle du genre *Bryonia* (Ann. sc. nat. 1858).

24. Influence de l'électricité atmosphérique sur la croissance, la floraison et la fructification des plantes (Comp. Rend. Acad. Sc., 1879, 2e semestre).

25. Sur la culture de la ramie en Provence (Comp. Rend. Acad. Sc., 1888, 2e semestre).

26. Description et emploi des *Eucalyptus* (Comp. Rend. Acad. Sc., 1891, 1er semestre).

27. Quelques observations sur la fécondation des Palmiers du genre *Phœnix* (Revue générale de Botanique, t. 5, 1893).

28. Observations sur le climat et les productions du littoral de la Provence (Revue générale de Botanique, t. 6, 1894).

29. Nouvelles recherches sur les tubercules des Légumineuses (Compt. Rend. Acad. Sc., 1896, 2e semestre).

Nota. — On n'a pas inscrit sur cette liste de nombreux articles de M. Naudin, relatifs à l'agriculture et au jardinage et publiés dans la Revue horticole, le Bon Jardinier, la Flore des serres, l'Almanach du jardinier, le Journal d'agriculture pratique, etc.; il en est de même pour l'important ouvrage d'horticulture intitulé « Manuel de l'amateur de jardins », que M. Naudin a publié en collaboration avec M. Decaisne.

OBSERVATIONS MORPHOLOGIQUES

SUR LES FEUILLES DES CUPRESSINÉES (1)

par Aug. DAGUILLON.

J'ai publié, il y a quelques années (2), des observations relatives à l'organisation des feuilles, dites *primordiales*, qui succèdent immédiatement aux cotylédons chez les Conifères. Cette organisation est, à plusieurs égards, intermédiaire entre celle des cotylédons et celle des feuilles définitives que porte la plante adulte ou *caractérisée*, pour employer l'expression des arboriculteurs. J'avais fait porter spécialement mon étude sur les Conifères de la tribu des Abiétinées. J'ai eu, depuis cette époque, à diverses reprises, l'occasion d'observer des faits analogues chez un certain nombre de représentants de la tribu des Cupressinées. Ces faits n'offrent pas tous un caractère d'entière nouveauté. C'est ainsi que le volumineux ouvrage (3) consacré par sir John Lubbock à l'étude générale des plantules contient quelques indications relatives aux feuilles primordiales des Cupressinées; mais ces indications ne concernent guère que la morphologie externe. De même un travail de Kaufholz (4), à peu près contemporain des recherches dont j'ai publié les résultats en 1889, renferme des observations anatomiques sur le même sujet; mais j'ai eu l'occasion d'étudier des espèces dont Kaufholz ne parle pas, et, en ce qui concerne celles qu'il cite, bien que l'allure générale de ses conclusions ne diffère guère de celle des miennes, il y a des divergences de détails. J'ai

(1) Travail du laboratoire de Botanique de la Sorbonne.

(2) Aug. Daguillon : *Sur le polymorphisme foliaire des Abiétinées* (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 14 janvier 1889).

Aug. Daguillon : *Recherches morphologiques sur les feuilles des Conifères* (Revue générale de Botanique, t. 2, 1890).

(3) Sir John Lubbock : *A contribution to our knowledge of seedlings*, London, 1892.

(4) Ernst Kaufholz : *Beiträge zur Morphologie der Keimpflanzen*, Rostock, 1888.

donc pensé qu'il y avait encore un certain intérêt à présenter sommairement ici quelques-uns des résultats de mes observations.

Dans l'exposé de ces résultats je rangerai les genres auxquels appartiennent les espèces que je vais passer en revue suivant l'ordre adopté par M. Van Tieghem dans la deuxième édition de son *Traité de Botanique* (1); pour les descriptions anatomiques, je me conformerai à la nomenclature que l'éminent botaniste a mise en usage dans ses recherches sur la structure de la feuille, notamment en ce qui concerne les Conifères (2), et qu'il a introduite dans la troisieme édition de ses *Eléments de Botanique* (3).

Araucaria imbricata Pav.

Les feuilles d'*Araucaria imbricata* adulte sont alternes et rapprochées à la surface de la tige, de manière à se recouvrir à la façon des tuiles d'un toit. Sessiles, aplaties et insérées sur la tige par une large base, elles se présentent de face avec une forme triangulaire et se terminent par une pointe extrêmement aiguë.

Leur structure (Pl. 5, fig. 1) est assez complexe.

L'épiderme, très fortement cutinisé, porte, sur les deux faces de la feuille, des stomates rangés en files longitudinales.

Un hypoderme, qui ne s'interrompt qu'au niveau des files de stomates, forme entre celles-ci des paquets de fibres ayant des parois fortement lignifiées, et disposées sur plusieurs assises; cet hypoderme est particulièrement développé le long des deux bords du limbe, dont il forme le tranchant, et s'enfonce entre les rangées de stomates de manière à ébaucher, en ces points, des sortes de lames qui pénètrent dans le mésophylle.

Le mésophylle est nettement différencié : les cellules appartenant aux assises voisines des faces supérieure et inférieure s'allongent et se serrent côte à côte, perpendiculairement à la direction de celles-ci, de manière à constituer un tissu en palissade; les cellules des assises moyennes sont, au contraire, irrégulières et

(1) Ph. Van Tieghem : *Traité de Botanique* (2e édition), Paris, 1891, p. 1470.
(2) Ph. Van Tieghem : *Sur les tubes criblés extra-libériens et les vaisseaux extra-ligneux, — Sur la structure primaire et les affinités des Pins* (*Journal de Botanique*, 5e année, 1891); etc.
(3) Ph. Van Tieghem : *Eléments de Botanique*, 3e édit. Paris, 1898.

entremêlées d'espaces aérifères; le parenchyme de la feuille est ainsi décomposé en deux couches de tissu en palissade, que sépare une couche intermédiaire de tissu lacuneux.

Le tissu lacuneux est traversé par plusieurs nervures qui courent parallèlement aux bords du limbe, mais qui proviennent, en réalité, ainsi que l'a montré M. Bertrand (1), d'un seul faisceau primaire de la tige, ramifié bien avant de pénétrer dans la feuille : les nervures voisines du plan de symétrie de la feuille sont plus développées que les nervures latérales, dont l'importance diminue d'autant plus qu'elles se rapprochent davantage des bords du limbe; la nervure médiane ne se distingue toutefois pas assez franchement des autres pour constituer une côte visible extérieurement. De part et d'autre de la portion ligneuse de chaque nervure on observe une aile de tissu aréolé qui s'unit, au-dessus du faisceau, à celle du côté opposé; la masse ainsi déterminée est volumineuse et d'autant plus développée qu'on s'approche plus de l'extrémité de la feuille. L'endoderme qui circonscrit le péridesme et sur lequel viennent s'appuyer les extrémités de ces deux ailes vasculaires, se distingue nettement du péridesme par les dimensions beaucoup plus grandes de ses cellules, et du mésophylle par leur forme assez régulièrement sphérique. Au-dessous de chaque faisceau libéro-ligneux et dans le péridesme on remarque un paquet de fibres à section irrégulièrement arrondie, à parois lisses, épaisses et fixant difficilement les réactifs colorants; leur nombre diminue à mesure qu'on s'approche de l'extrémité du faisceau, pendant qu'augmente, au contraire, le nombre des éléments aréolés.

Dans le même plan que les nervures et parallèlement à elles, on observe des canaux sécréteurs, dont les parois sont nettement différenciées, avec deux assises concentriques de cellules : entre deux faisceaux voisins est intercalé un canal sécréteur; un canal marginal se place généralement entre chaque bord du limbe et le faisceau qui en est le plus rapproché; mais cette disposition ne s'observe pas toujours et la situation extrême peut être occupée par un faisceau.

Enfin on observe parfois, parmi les cellules normales du mésophylle, surtout dans sa partie lacuneuse, des sclérites ou grandes

(1) C. E. Bertrand : *Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères*, Paris, 1874, page 115.

cellules de soutien, irrégulièrement ramifiées, à membrane fortement épaissie, lignifiée et incrustée de cristaux d'oxalate de chaux.

On sait qu'on répartit les espèces du genre *Araucaria* dans deux sections : la section *Colymbea*, dans laquelle la germination est hypogée, et la section *Eutacta*, à germination épigée; M. Bertrand (1) en a créé une troisième, la section *Altingia*, pour l'unique *Araucaria Cunninghami*. C'est à la section *Colymbea* qu'appartient *Araucaria imbricata;* un des caractères que M. Bertrand attribue à cette section est l'absence constante de sclérites à l'intérieur du mésophylle ; cette affirmation me paraît trop absolue : j'ai fait remarquer plus haut qu'il n'est pas rare de trouver des sclérites rameuses chez *A. imbricata;* j'en ai observé également chez *A. Bidwillii* qui appartient à la même section.

Les feuilles qui succèdent immédiatement aux cotylédons hypogés d'*A. imbricata* sont de petites écailles alternes dont les premières sont souterraines comme la partie de la tige qui les porte : tige et écailles prennent, en raison de cette situation, une coloration brune caractéristique ; les écailles suivantes émergent de terre avec la tige et, recevant la lumière, prennent une couleur verte ; on atteint ensuite assez rapidement des feuilles normales qui, aux dimensions près, rappellent exactement celles de l'arbre adulte. A mesure que la plante grandit et se ramifie, les feuilles augmentent progressivement de surface et d'épaisseur.

Une coupe transversale faite dans une écaille souterraine et de couleur brune montre (fig. 33) que son épiderme porte des stomates sur ses deux faces. Au-dessous de cet épiderme, et de distance en distance, on observe quelques fibres hypodermiques, disposées sur une ou deux assises ; il peut même arriver, comme le montre la figure 2 de la planche 5, que l'hypoderme scléreux forme une couche presque continue, quelquefois à deux assises de cellules, ne s'interrompant qu'au niveau des stomates; il est plus développé sur les bords du limbe, dont il constitue le tranchant. Le mésophylle est à peu près homogène. Un faisceau unique, accompagné, sur ses flancs, de quelques éléments aréolés, occupe le milieu de la feuille. De part et d'autre de ce faisceau et dans le même plan que lui, mais au voisinage des bords de l'écaille, sont deux canaux sécréteurs ; un troisième canal, impair, est placé

(1) *Loc. cit.*, p. 117.

exactement au-dessous du faisceau, dans le plan de symétrie de l'organe. La situation souterraine de l'écaille provoque ordinairement l'apparition, au-dessous des fibres hypodermiques et en dehors des canaux sécréteurs, d'une assise génératrice de formations secondaires qui donne naissance à une couche épaisse de liège (pl. 5, fig. 2) : les assises à membranes subérifiées qui se sont ainsi différenciées compriment fortement contre l'épiderme les fibres hypodermiques, disséminées un peu partout, et en rendent parfois l'observation difficile ; elles rejettent, au contraire, vers l'intérieur les trois canaux sécréteurs.

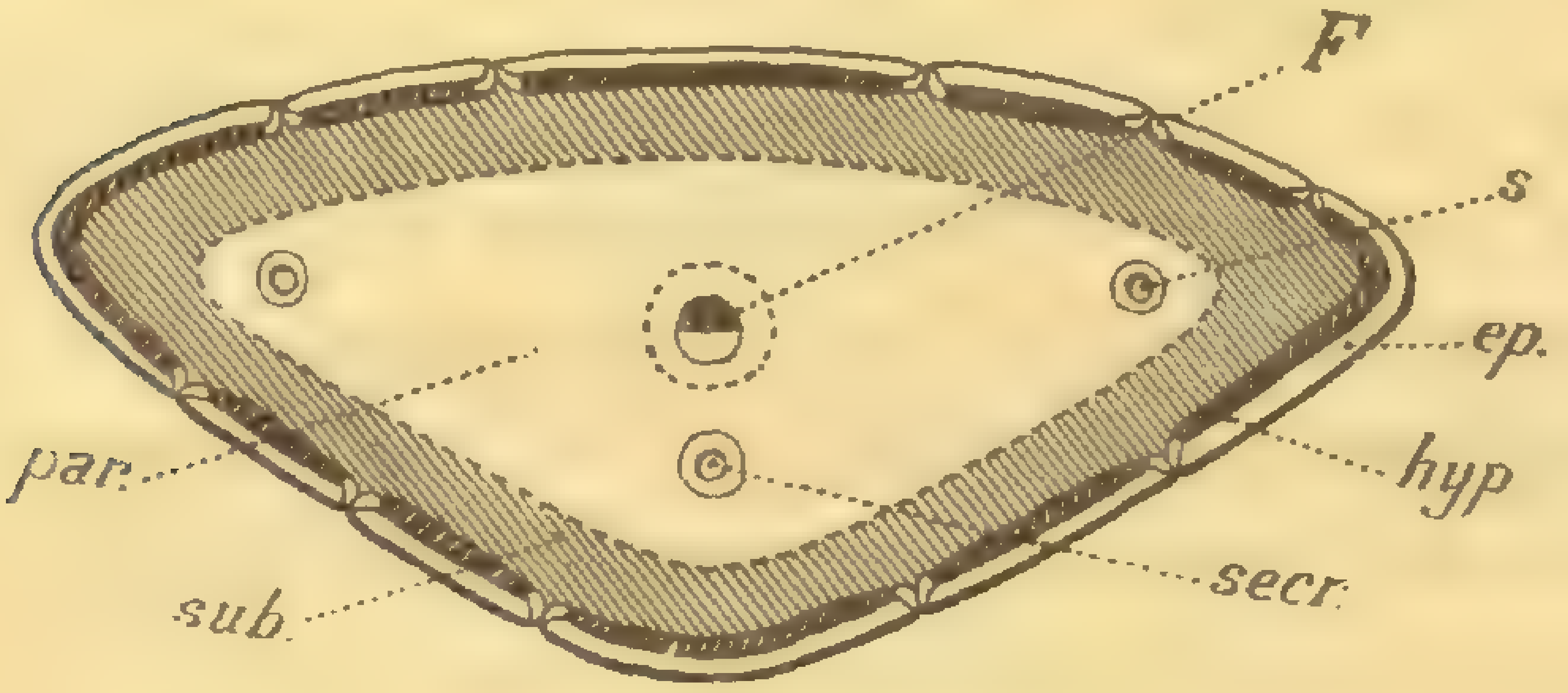


Fig. 33. — *Araucaria imbricata*; coupe transversale d'une écaille souterraine. — *ep.*, épiderme; *hyp.*, hypoderme scléreux; *sub.*, liège sous-hypodermique; *par.*, parenchyme; *secr.*, canal sécréteur impair; *s*, petit canal sécréteur pair; *F*, faisceau libéro-ligneux.

On voit combien la structure d'une telle écaille diffère de celle d'une feuille normale de l'arbre adulte : elle est, d'une manière générale, sensiblement plus simple et s'en distingue particulièrement par le développement beaucoup moindre du sclérenchyme hypodermique, l'homogénéité du mésophylle, l'unité de la nervure, l'existence d'un canal sécréteur impair, placé dans un plan inférieur à celui du faisceau; enfin l'habitat souterrain de l'écaille y détermine la formation d'une couche de liège : à l'appareil hypodermique de soutien, notablement réduit, s'ajoute un appareil protecteur.

Entre cette structure extrême et le type normal, l'étude des feuilles successives permet d'établir une série ininterrompue d'intermédiaires.

La gaîne de sclérenchyme hypodermique, déjà au moins ébauchée dans les écailles souterraines, forme toujours, dans les premières feuilles vertes (fig. 34), une assise continue de fibres, qui ne s'interrompt qu'au niveau des files stomatiques ; à mesure que les feuilles prennent une largeur et une épaisseur plus grandes, cette gaîne se renforce d'assises de plus en plus nombreuses et ce renforcement

progressif aboutit finalement à la formation des paquets fibreux, caractéristiques de l'arbre adulte.

Il va sans dire que la couche de liège, qui n'avait d'autre raison d'être que l'habitat souterrain des écailles, disparaît dès les premières feuilles vertes.

La structure du mésophylle, homogène dans les écailles souterraines, se différencie dès les premières feuilles vertes : les assises voisines de la face supérieure prennent des caractères palissadiformes, tandis que celles qui avoisinent la face inférieure ont leurs éléments plus courts et plus lâchement assemblés ; à mesure que les feuilles augmentent d'épaisseur, on voit croître le nombre des assises du mésophylle et s'accuser leur différenciation : les cellules en palissade apparaissent au voisinage des deux faces.

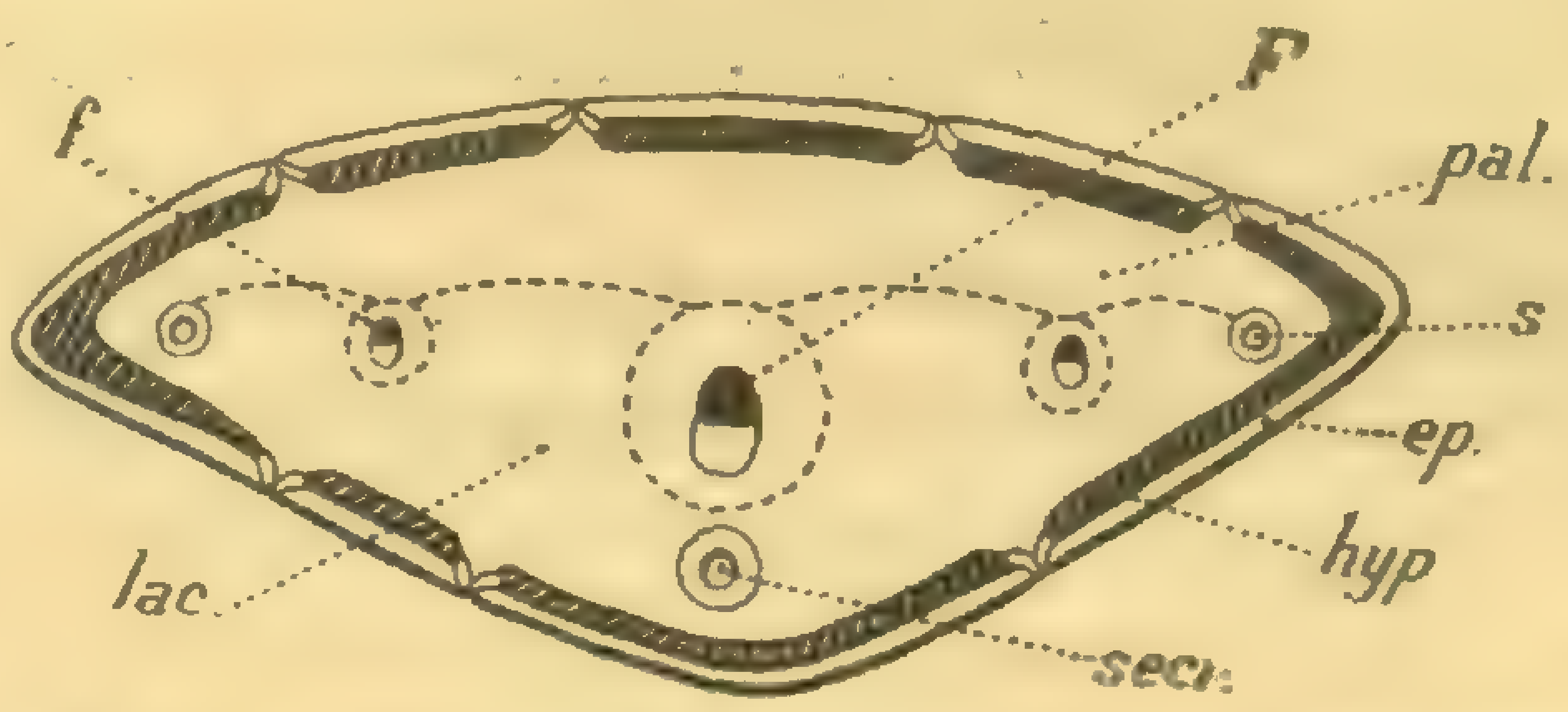


Fig. 34. — *Araucaria imbricata;* coupe transversale d'une feuille verte de l'arbre jeune. — *ep.*, épiderme; *hyp.*, hypoderme; *lac.*, parenchyme lacuneux; *pal.*, parenchyme en palissade; *secr.*, canal sécréteur impair; *s*, petit canal sécréteur pair; *F*, faisceau libéro-ligneux principal; *f.*, faisceau libéro-ligneux accessoire.

Le faisceau libéro-ligneux, qui restait simple dans les écailles, se divise, dans les premières feuilles vertes, en trois branches dont la principale occupe le plan de symétrie de la feuille, tandis que les deux autres sont disposées symétriquement de part et d'autre de celle-là ; à mesure que les feuilles prennent plus de largeur, on voit augmenter le nombre des ramifications du faisceau libéro-ligneux émané de la tige et s'effacer, en même temps, la différence de calibre entre la ramification médiane et celles qui l'avoisinent immédiatement ; seules, les ramifications les plus voisines du bord du limbe se distinguent parfois par leur gracilité. D'ailleurs la structure de la méristèle (pl. 5, fig. 3) se complique progressivement, par un accroissement continu du nombre des éléments vasculaires, un développement corrélatif du tissu aréolé et la différenciation de fibres dans la portion dorsale du péridesme.

Quant au nombre des canaux sécréteurs, il augmente en même temps que celui des ramifications de la nervure : dans les premières

feuilles vertes, où le nombre de ces ramifications n'excède pas trois, les deux faisceaux latéraux sont bordés latéralement par deux canaux plus voisins des bords de la feuille, et le canal impair conserve ordinairement sa situation au-dessous du faisceau principal; dans d'autres feuilles du même ordre, il est cependant rejeté sur le côté, soit à droite, soit à gauche, et se place dans un plan un peu supérieur, comme s'il tendait à prendre le même niveau que les faisceaux : disposition qui imprime à l'appareil sécréteur tout entier une certaine dissymétrie; parfois il arrive que le canal unique soit remplacé par deux canaux symétriques, placés dans un plan légèrement inférieur à celui du faisceau médian, ce qui rétablit la symétrie. Quand on atteint des feuilles de rang supérieur, le canal impair disparaît normalement pour être remplacé par deux canaux placés de part et d'autre et dans le plan de la nervure médiane, entre celle-ci et les deux faisceaux voisins, de sorte que l'appareil sécréteur atteint l'organisation caractéristique de la plante adulte. Le canal impair peut d'ailleurs reparaître exceptionnellement dans des feuilles de plante adulte. M. Bertrand donne, avec raison, comme caractéristique des espèces de la section *Colymbea*, la situation des canaux sécréteurs de la feuille dans le même plan que les nervures, tandis que la section *Eutacta* est caractérisée par leur situation dans un plan inférieur et exactement en face de chacune d'elles : on voit par ce qui précède que la disposition de l'appareil sécréteur dans les premières feuilles d'*Araucaria imbricata* offre, en quelque sorte, des caractères intermédiaires entre ces deux dispositions extrêmes.

Les sclérites rameuses qu'on observe parfois dans les feuilles de l'arbre caractérisé m'ont paru ne se rencontrer jamais dans celles de la plante jeune.

Wellingtonia gigantea Lindl.

Les feuilles de *Wellingtonia gigantea* adulte sont alternes et serrées les unes contre les autres; insérées sur la tige par une large base, elles se continuent à sa surface par des coussinets bien développés; leur partie libre, épaisse et courte, se termine en pointe assez aiguë et la forme d'une section transversale, faite vers le milieu de la longueur, est à peu près régulièrement losangique.

L'épiderme, assez fortement cutinisé, porte, sur chacune des deux faces de la feuille, des stomates répartis en deux groupes latéraux et symétriques par rapport au plan sagittal. Cet épiderme est doublé par une assise continue de fibres hypodermiques, fortement lignifiées, qui ne s'interrompt qu'au niveau des stomates. Le mésophylle offre une structure assez homogène ; il arrive cependant parfois que les cellules voisines de la face supérieure s'allongent un peu perpendiculairement à cette face, de manière à ébaucher un tissu palissadiforme. La feuille reçoit un unique faisceau libéroligneux, qui ne se divise nullement à l'intérieur de l'organe, mais s'aplatit assez sensiblement suivant le sens dorsiventral, de manière à être notablement plus large que haut. Entre les deux bords latéraux de la partie ligneuse du faisceau et la gaîne endodermique qui circonscrit la nervure s'étendent, à travers le péridesme, deux ailes fortement développées de tissu aréolé, qui contribuent encore à élargir le système vasculaire de la feuille. Enfin on observe, en plein mésophylle, au-dessous de la méristèle, un canal sécréteur impair.

Fig. 35. — *Wellingtonia gigantea*; coupe transversale du cotylédon. — *secr.*, canal sécréteur; *F*, faisceau libéroligneux.

La germination de cette espèce est épigée. Le nombre des cotylédons qui surmontent la tigelle varie entre 3 et 6 ; il est assez généralement de 4. Les premières feuilles qui succèdent aux cotylédons sont, comme eux, assez longues (de 12 à 15^{mm} de long par exemple), étroites, linéaires et largement écartées de la tige. Puis, à mesure que la plante vieillit et se caractérise, les feuilles deviennent plus courtes et s'appliquent plus étroitement sur la tige. La plupart des observateurs, notamment Carrière (1), décrivent les feuilles primordiales comme alternes ainsi que les feuilles définitives ; c'est en effet ce que j'ai vu dans la plupart des cas ; j'ai eu cependant aussi l'occasion d'étudier des échantillons dans lesquels les premières feuilles primordiales formaient une verticille et alternaient avec les cotylédons.

(1) E. A. Carrière : *Traité général des Conifères*, 1855, p. 167.

Le cotylédon (fig. 35) est épais et long ; sa section transversale est à peu près semilunaire, sa face inférieure étant presque plane, parfois même légèrement concave, tandis que sa face supérieure est nettement convexe. L'épiderme ne porte de stomates qu'à la face supérieure et dans aucune de ses parties il n'est doublé de fibres hypodermiques. Le mésophylle est absolument homogène. Un seul faisceau parcourt l'organe d'un bout à l'autre ; sa partie ligneuse est bordée latéralement par quelques éléments aréolés, ébauche des deux ailes vasculaires de la feuille. Au-dessous du faisceau et en contact immédiat avec l'épiderme s'observe un canal sécréteur.

Une feuille primordiale (fig. 36 et 37), prise soit au voisinage immédiat des cotylédons, soit à quelque distance de ceux-ci, sur une jeune plante âgée d'un an, offre une section transversale à peu

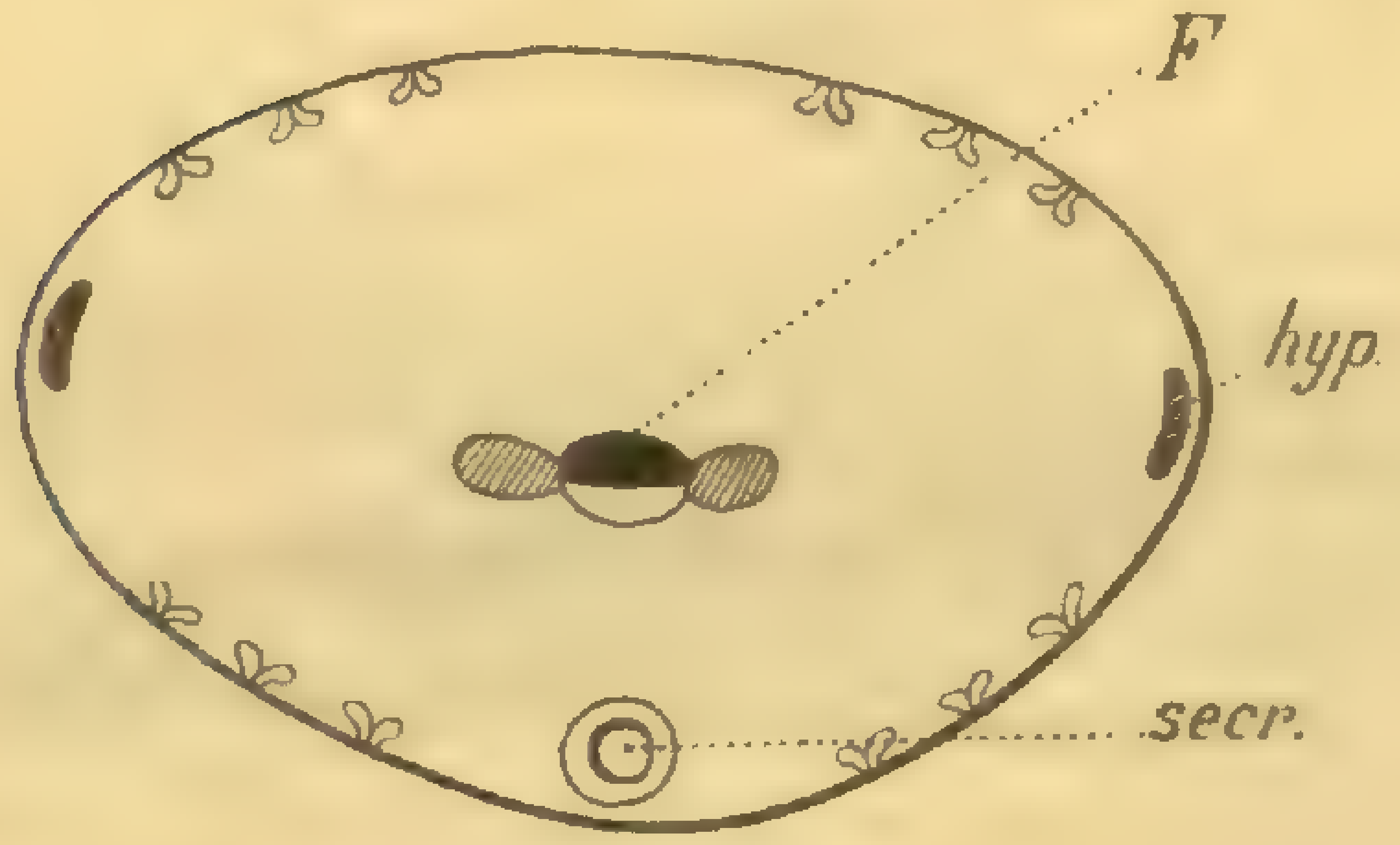


Fig. 36. — *Wellingtonia gigantea* ; coupe transversale d'une feuille primordiale. — *F*, faisceau libéro-ligneux ; *secr.*, canal sécréteur ; *hyp.*, fibres hypodermiques.

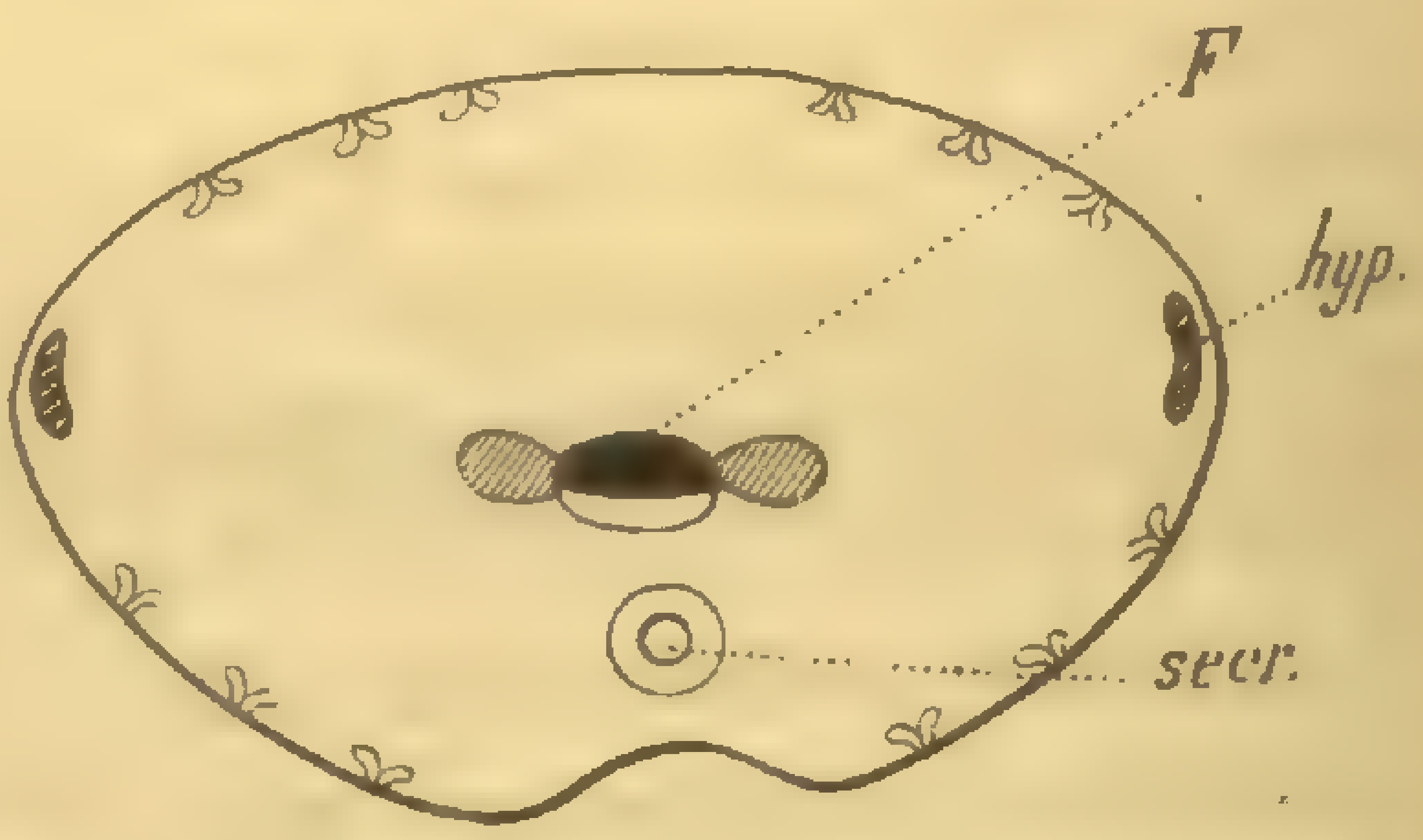


Fig. 37. — *Wellingtonia gigantea* : coupe transversale d'une autre feuille primordiale. — Mêmes lettres.

près elliptique ; parfois sa face inférieure est creusée, dans son plan de symétrie, par une sorte de sillon qui détermine une échancrure sur la section transversale. L'épiderme est faiblement cutinisé et les stomates y sont répartis entre les deux faces ; sur chacune d'elles ils forment deux bandelettes symétriques. L'hypoderme est généralement nul ; il n'est cependant pas absolument rare d'observer quelques fibres, notamment aux deux extrémités du diamètre transversal de l'ellipse, où elles forment l'appareil de soutien des arêtes latérales de la feuille. Au sein du mésophylle, qui est homogène, le faisceau libéro-ligneux unique porte deux masses latérales de tissu aréolé, mieux développées que dans le cotylédon. Quant à l'appareil sécréteur, il est encore représenté par un canal impair, immédiatement sous-épidermique dans les premières

feuilles, séparé, dans les suivantes, de l'épiderme par quelques assises intermédiaires ; quand la face inférieure de la feuille porte le sillon longitudinal qui a été signalé plus haut, il va sans dire que le canal sécréteur, placé dans le plan de symétrie, correspond précisément au fond de ce sillon.

Si nous passons en revue, tissu par tissu, les différences de structure qui existent entre le cotylédon, la feuille primordiale et la feuille définitive, nous arrivons aux conclusions suivantes.

L'épiderme, à peine cutinisé dans le cotylédon, l'est faiblement encore dans la feuille primordiale et beaucoup plus fortement dans la feuille définitive ; d'ailleurs les stomates, qui, dans le cotylédon, sont localisés à la face supérieure, se répartissent, dans les feuilles suivantes, entre les deux faces. L'hypoderme, nul dans le cotylédon et à peine ébauché dans la feuille primordiale, forme, dans la feuille définitive, une assise à peu près continue. Le faisceau libéro-ligneux, grêle dans le cotylédon, est plus robuste dans la feuille primordiale et prend tout son développement dans la feuille définitive ; ce sont surtout les deux ailes vasculaires, formées par le tissu aréolé, qui, à peine indiquées dans le cotylédon, s'épanouissent de plus en plus dans les feuilles suivantes.

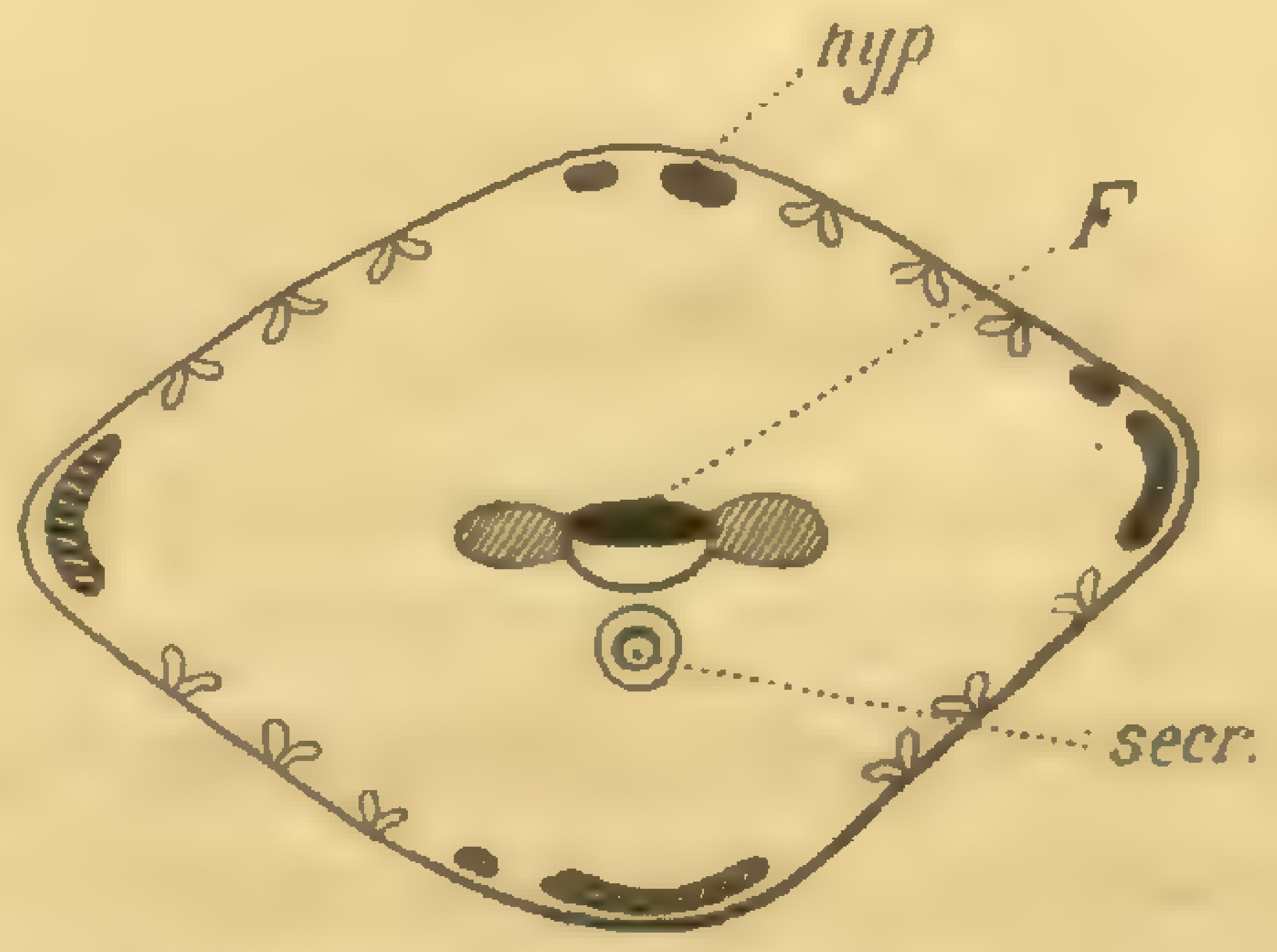


Fig. 38. — *Wellingtonia gigantea*; coupe transversale d'une feuille de 2me année. — Mêmes lettres.

Enfin le canal sécréteur, qui occupe, dans le cotylédon et dans les premières feuilles, une position immédiatement sous-épidermique, est plongé en plein parenchyme dans les feuilles de l'arbre caractérisé.

Bref, la feuille primordiale diffère surtout de la feuille définitive par une moindre cutinisation de son épiderme, un développement beaucoup plus faible de l'hypoderme scléreux, d'une part, et du tissu aréolé de transfusion, de l'autre, enfin par la position plus superficielle de son canal sécréteur.

Quand on étudie successivement la structure d'un grand nombre de feuilles à partir des cotylédons jusqu'aux feuilles nettement caractérisées de la plante âgée, on voit peu à peu s'effacer ces

différences : par gradations insensibles, la cutinisation de l'épiderme s'accuse, l'hypoderme se développe ainsi que le tissu aréolé, et le canal sécréteur, s'éloignant peu à peu de l'épiderme, s'enfonce progressivement dans le mésophylle, de manière à se rapprocher de la nervure (Fig. 38).

Sequoia sempervirens Endl.

Cette espèce, très voisine de la précédente, puisque *Wellingtonia* n'est qu'une section du genre *Sequoia*, en diffère sensiblement par l'aspect général de son appareil végétatif : les feuilles sont aplaties et alternes ; cette disposition phyllotaxique est très nette sur la flèche ou les branches verticales, mais les feuilles des branches horizontales se tordent au voisinage de leur insertion de manière à se coucher elles-mêmes dans un plan horizontal, de part et d'autre de l'axe qui les supporte, et à revêtir l'apparence de feuilles distiques.

La section transversale d'une feuille de la plante adulte est, dans son ensemble, elliptique; le milieu de la face supérieure porte fréquemment une crête longitudinale. L'épiderme, nettement cutinisé, porte des stomates sur les deux faces : à la face supérieure ils sont peu nombreux et répartis en deux groupes symétriques ; plus nombreux à la face inférieure, ils y forment deux bandelettes. L'hypoderme est représenté par une assise unique de fibres, qui ne s'interrompt qu'au niveau des stomates et se renforce le long des deux bords de la feuille pour en former le tranchant. Le mésophylle a une structure nettement hétérogène : le tissu en palissade est représenté, au voisinage de la face supérieure, par une assise unique, qui se dédouble sur bien des points ; du tissu lacuneux occupe le voisinage de la face inférieure. L'appareil conducteur comprend un unique faisceau libéro-ligneux, dont la partie ligneuse supporte deux ailes, épaisses, mais relativement courtes, de tissu aréolé ; l'endoderme qui circonscrit la méristèle présente les mêmes caractères de différenciation que chez *Wellingtonia gigantea* ; dans le péridesme, notamment au-dessus du faisceau libéro-ligneux, on rencontre quelques fibres à parois lisses et lignifiées. L'appareil sécréteur est représenté par trois canaux, dont un,

impair et médian, est placé au-dessous du faisceau, ordinairement en plein mésophylle, tandis que deux canaux latéraux, très voisins des bords du limbe, occupent, au voisinage de la face inférieure, une position immédiatement sous-épidermique.

La germination de cette espèce est épigée, comme celle de la précédente. Les cotylédons sont ordinairement au nombre de deux; mais ce nombre peut s'élever à trois ; ils sont minces, de forme ovale-lancéolée, convexes sur leur face supérieure, qui est d'un vert mat, plans ou même légèrement concaves sur leur face inférieure, qui est d'un vert plus luisant. Certains auteurs, Carrière par exemple, décrivent les feuilles primordiales comme opposées-décussées; j'ai observé généralement qu'elles étaient alternes et écartées franchement de l'axe comme les feuilles de la flèche dans un individu caractérisé; tout au plus les deux premières m'ont-elles paru former une paire alterne avec les cotylédons. En tout cas les feuilles primordiales ont, individuellement, à peu près le même aspect extérieur que les feuilles définitives. A mesure que la plante grandit et ramifie sa tige, la disposition des feuilles sur les branches latérales devient faussement distique.

La section transversale d'une feuille prise sur une plante d'un an présente à peu près la même forme que celle d'une feuille caractérisée; cependant, il n'est pas rare que la feuille soit creusée, au milieu de sa face inférieure, d'un sillon longitudinal qui se traduit par une échancrure sur la coupe transversale. La cutinisation de l'épiderme est faible; la distribution des stomates est la même que dans la feuille caractérisée (quelques stomates répartis sur deux plages symétriques à la face supérieure, un grand nombre de stomates formant deux bandelettes à la face inférieure). Pas de trace d'hypoderme fibreux. Vers la face supérieure, on remarque une assise de tissu en palissade. Un faisceau libéro-ligneux, simple, porte sur ses flancs deux ailes de tissu aréolé, nettement différenciées, moins développées toutefois que celles d'une feuille caractérisée; le péridesme ne contient pas de fibres. L'appareil sécréteur comprend, comme dans la feuille caractérisée, trois canaux; les deux canaux pairs ont exactement leur situation normale; mais le canal impair, au lieu d'être profondément enfoncé dans le mésophylle, est directement adjacent à l'épiderme; quand la face inférieure de la feuille primordiale est creusée, comme il a été dit plus

haut, d'un sillon longitudinal, c'est au fond de ce sillon que correspond le canal impair.

En somme, on voit que, dans cette espèce, les différences qui distinguent essentiellement la feuille primordiale de la feuille définitive se réduisent à deux : l'absence de tout appareil hypodermique de soutien et la situation superficielle du canal sécreteur impair. Le passage de la première forme à la seconde se fait, ici encore, par gradation successive : l'hypoderme apparaît d'abord sous forme d'éléments peu nombreux, occupant de préférence les milieux des faces supérieure et inférieure, ainsi que les arêtes latérales de la feuille ; puis le nombre de ces éléments augmente jusqu'à constituer une assise à peu près continue ; le faisceau libéro-ligneux acquiert plus d'importance, ainsi que ses deux ailes vasculaires ; quelques fibres se différencient dans le péridesme; enfin le canal sécréteur impair s'éloigne peu à peu de l'épiderme pour se rapprocher de la méristèle.

Cryptomeria japonica Don.

La germination de cette espèce est épigée. Les cotylédons sont généralement au nombre de deux ou trois, opposés dans le premier cas, formant un verticille dans le second cas, qui est le plus commun; exceptionnellement ils atteignent le nombre de quatre. Ils sont allongés, aplatis et obtus à leur extrémité ; leur face supérieure est à peu près plane, tandis que leur face inférieure est légèrement bombée ; leur longueur, sans être considérable (de 6^{mm} à 10^{mm} en moyenne), n'en est pas moins sensiblement supérieure à celle des feuilles suivantes, ce qui permet de les distinguer aisément sur les plantules de germination. Immédiatement au-dessus des cotylédons vient un premier groupe de feuilles alternant avec eux; quand les cotylédons sont opposés, ce premier groupe se compose aussi de deux feuilles opposées; quand ils sont verticillés, les feuilles primordiales forment aussi un verticille. Les feuilles suivantes sont généralement alternes, comme celles de la plante adulte, chez laquelle on sait qu'elles sont insérées suivant la spire 5/13 ou la spire 8/21 ; il arrive parfois, cependant, qu'on observe un second ou même un troisième verticille de feuilles primordiales avant d'atteindre les premières feuilles alternes.

Quant à l'aspect extérieur des feuilles primordiales et, d'une manière plus générale, de celles que porte la tige provenant immédiatement du semis, il diffère assez sensiblement de celui des feuilles de la plante franchement caractérisée : celles-ci sont linéaires, incurvées en forme de faux vers leurs extrémités et nettement tétragones avec une arête dorsale plus forte que l'arête ventrale ; les feuilles primordiales, plus rectilignes, plus aplaties, sont tout au plus trigones, avec une section transversale en forme d'ellipse.

L'épiderme du cotylédon (Fig. 39), faiblement cutinisé, ne porte de stomates qu'à la face supérieure. Dans aucune de ses parties il n'est doublé par un hypoderme. Le mésophylle différencie nettement son assise immédiatement voisine de l'épiderme supérieur : les éléments de cette assise sont allongés perpendiculairement à la surface de la feuille de manière à constituer des sortes de palissades; toutefois ces cellules, plus larges à leur extrémité sous-épidermique qu'à l'extrémité opposée, ménagent entre elles des intervalles qui constituent, de place en place, les chambres sous-stomatiques

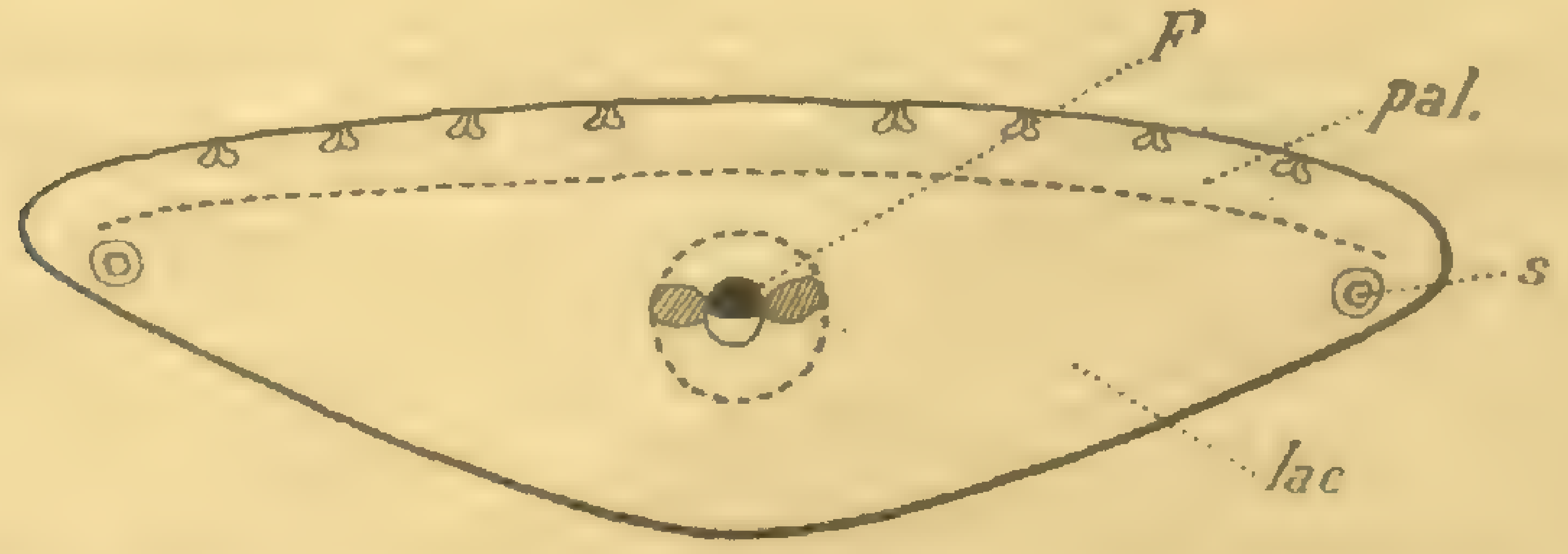


Fig. 39. — *Cryptomeria japonica*; coupe transversale du cotylédon. — *pal.*, tissu en palissade; *lac.*, tissu lacuneux; *s*, petit canal sécréteur pair; *F*, faisceau libéro-ligneux.

(Pl. 5, fig. 4). Le reste du mésophylle forme un tissu lacuneux dont les cellules s'orientent transversalement dans les parties voisines de la nervure. Parallèlement aux deux bords de la feuille, et immédiatement contre l'épiderme, courent deux canaux sécréteurs à parois nettement différenciées, mais de calibre assez faible. La nervure médiane comprend un faisceau libéro-ligneux simple, entouré d'un péridesme dont les éléments sont sensiblement plus petits que ceux du mésophylle ambiant. Des deux bords latéraux de la partie ligneuse du faisceau se détachent deux ailes, peu développées, de tissu de transfusion, dont les éléments extrêmes

viennent s'appuyer contre les cellules profondes du mésophylle, qui constituent, autour du péridesme, un endoderme assez bien différencié : les cellules de cet endoderme, de forme arrondie, sont plus petites et plus isodiamétriques que les cellules normales du mésophylle.

La feuille primordiale (fig. 40), qu'elle appartienne au premier verticille ou qu'elle soit insérée plus haut sur la tige, diffère d'abord du cotylédon par la forme de sa section transversale, moins large, plus haute et à peu près elliptique. Elle en diffère aussi par la répartition des stomates à la surface de l'épiderme, qui, d'ailleurs, est plus fortement cutinisé : les stomates se dis-

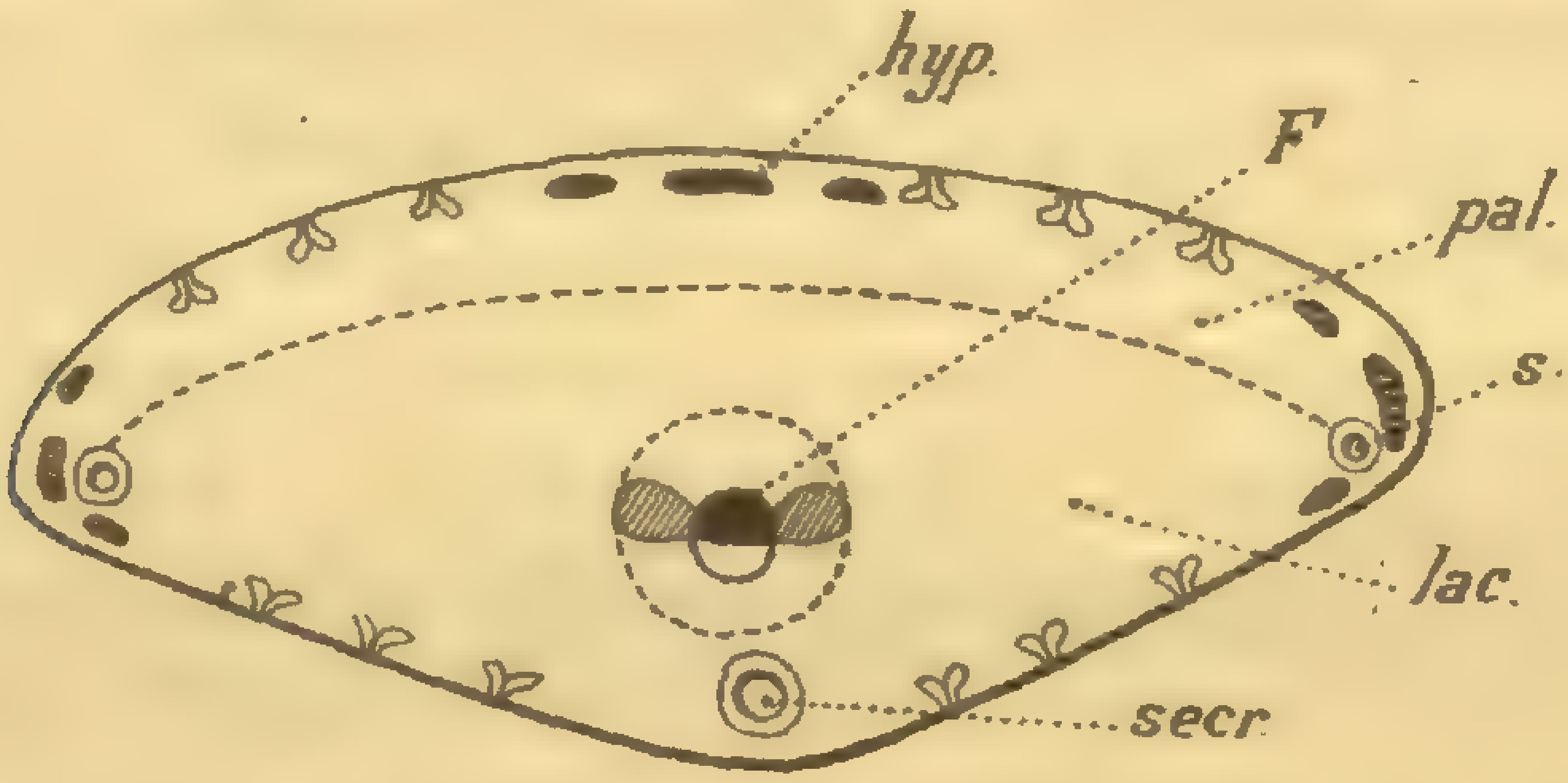


Fig. 40. — *Cryptomeria japonica*; coupe transversale d'une feuille primordiale. Mêmes lettres, et en plus : *hyp.*, hypoderme ; *secr.*, gros canal sécréteur impair.

tribuent sur les deux faces de la feuille, dont ils occupent les parties latérales. Aux deux canaux sécréteurs latéraux, que nous avons observés dans le cotylédon, s'ajoute un canal impair, occupant le plan de symétrie de la feuille, placé exactement au-dessous du faisceau libéro-ligneux, tout contre l'épiderme inférieur, dont sa cavité n'est séparée que par les deux assises différenciées de cellules qui constituent sa paroi ; il est donc très nettement indépendant de la méristèle, dont la différenciation n'est guère supérieure à celle que nous a montrée le cotylédon. Parfois quelques fibres hypodermiques se remarquent, soit isolées, soit en groupes peu nombreux (de 2, 3 ou 4), surtout vers le milieu de la face supérieure et au niveau des arêtes latérales de la feuille. Quant au mésophylle, il est à peu près homogène, bien que les cellules de l'assise la plus voisine de l'épiderme supérieur prennent un aspect palissadique.

La forme de la section transversale d'une feuille caractérisée (fig. 41) est nettement tétragone, avec deux arêtes latérales, une

arête ventrale et une arête dorsale, cette dernière étant surtout proéminente. L'épiderme est fortement cutinisé et doublé dans presque toute son étendue par une assise de fibres hypodermiques, continue au niveau des arêtes, interrompue sur les points qui correspondent aux files de stomates ; ces dernières occupent les parties latérales des deux faces supérieure et inférieure de la feuille. Parmi les cellules qui constituent le mésophylle, une grande partie de celles qui occupent l'espace compris entre la nervure et la face supérieure sont allongées perpendiculairement à celle-ci et prennent dans cette direction une dimension exceptionnelle. Les canaux sécréteurs marginaux du cotylédon et de la feuille primordiale ont complètement disparu ; au contraire le canal impair, situé au-dessous de la nervure, a pris un calibre considérable ; de plus, il occupe, à l'intérieur du mésophylle, une situation profonde, au voisinage immédiat de la nervure, et les cellules de son assise la plus externe se raccordent, sur son bord supérieur, avec celles de l'endoderme, de sorte que le canal sécréteur semble faire corps avec la méristèle. Le faisceau libéro-ligneux est plus fort et plus différencié que celui de la feuille primordiale et les deux ailes vasculaires, constituées par le tissu aréolé, prennent un développement plus considérable que dans cette dernière.

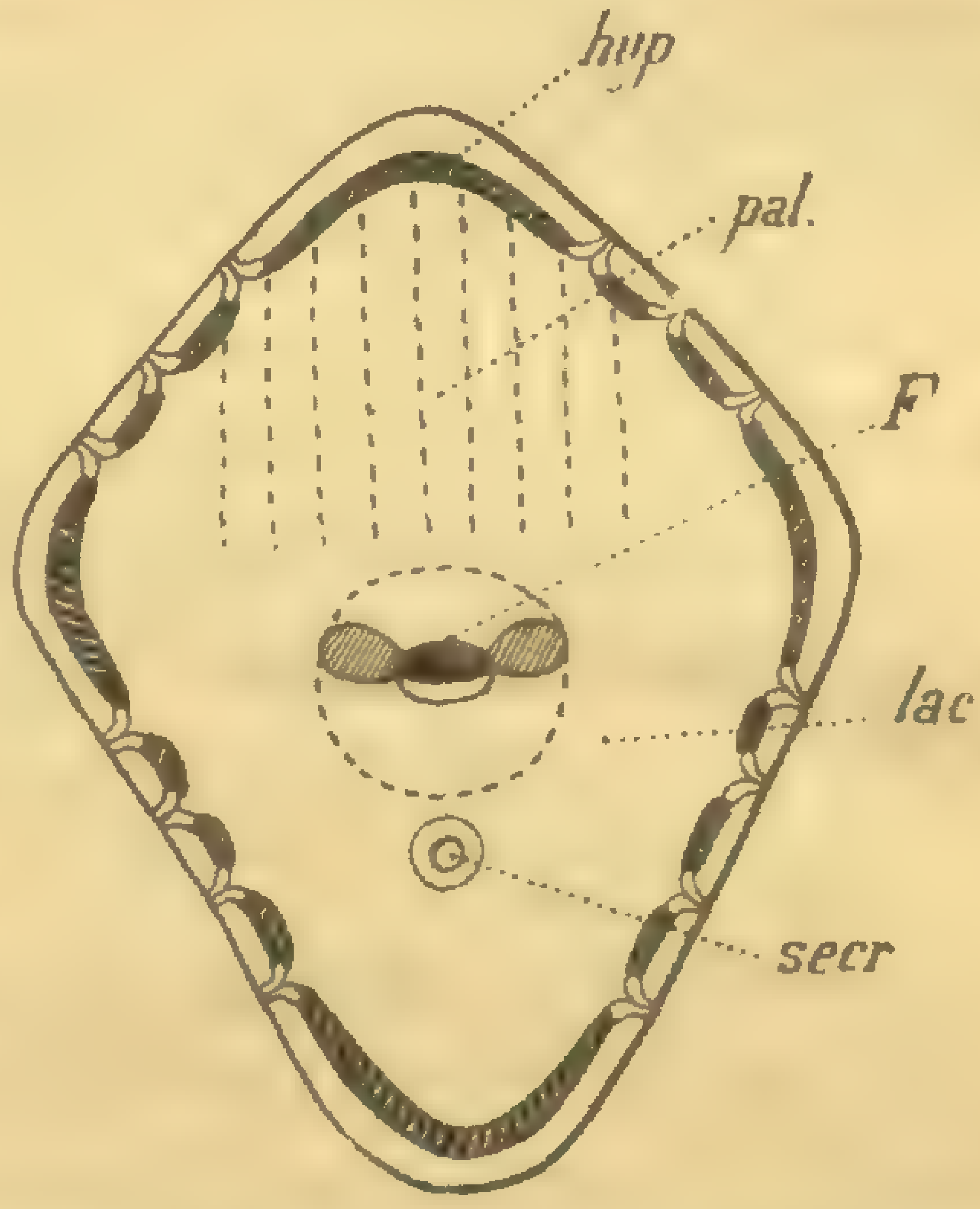


Fig. 41. — *Cryptomeria japonica;* coupe transversale d'une feuille de n^{me} année. — Mêmes lettres.

En résumé, les feuilles végétatives de *Cryptomeria japonica* répondent à deux types assez différents de structure. Le type primordial est caractérisé par la forme elliptique de la section transversale, le développement nul ou très faible de l'appareil hypodermique et la coexistence de trois canaux sécréteurs (deux pairs et marginaux, un impair et médian) dont les calibres diffèrent peu et dont la situation est immédiatement sous-épidermique. Le type définitif diffère du premier par la forme quadrangulaire de la section transversale, le grand développement des fibres hypoder-

miques, qui ne font défaut qu'au niveau des bandelettes stomatiques, et la disparition des canaux sécréteurs marginaux, que compense l'hypertrophie du canal médian, profondément enfoncé dans le mésophylle jusqu'au voisinage immédiat de la nervure.

Entre ces deux formes extrêmes comment se fait le passage? En ce qui concerne le nombre des canaux sécréteurs, le passage ne saurait être que brusque : à une dernière feuille pourvue encore de trois canaux succède une feuille qui n'en possède plus qu'un seul ; il peut se faire, par exemple, que toutes les feuilles portées, dans le cours de la première année, par la tige principale soient pourvues de trois canaux sécréteurs, tandis que celles qui appartiennent aux branches latérales de la première année, ainsi que toutes les feuilles des années suivantes, n'en renferment plus qu'un seul, le canal impair ; parfois, d'ailleurs, on voit reparaître exceptionnellement les canaux latéraux dans des feuilles de rang plus élevé. Quant à la position du canal impair, qui est immédiatement sous-épidermique dans la feuille primordiale et, au contraire, directement appliqué contre la méristèle dans la feuille définitive, elle se modifie progressivement dans les feuilles de rangs successivement croissants. Les fibres hypodermiques, totalement absentes des premières feuilles, apparaissent ensuite isolément, surtout le long des arêtes du limbe et au milieu des deux faces, dorsale et ventrale ; puis leur nombre augmente progressivement jusqu'à ce qu'elles forment, comme dans la feuille caractérisée, une assise à peu près continue.

Taxodium distichum Rich.

Dans cette espèce les feuilles sont alternes (divergence 5/13), molles, longues, étroites et aplaties ; celles des rameaux horizontaux sont couchées de manière à simuler une disposition distique ; les ramules sont caducs, ce qui justifie le nom de « Cyprès chauve » qu'on donne communément à la plante.

La section transversale d'une feuille est elliptique. Son épiderme, faiblement cutinisé, porte des stomates sur les deux faces : quelques files à la face supérieure, de part et d'autre du plan de symétrie ; — à la face inférieure, un plus grand nombre de files, formant deux bandelettes symétriques. Sous l'épiderme on remarque, de distance

en distance, quelques fibres hypodermiques : elles ne forment qu'une assise, qui est elle-même interrompue par les files stomatiques et, par suite, n'offre quelque continuité que dans les parties médianes des deux faces et le long des bords de la feuille ; cette assise est surtout développée sous la face supérieure, la plus pauvre en stomates. Le mésophylle est à peu près homogène ; cependant les cellules de l'assise immédiatement adjacente à l'épiderme supérieur tendent à s'allonger en forme de palissades, plus ou moins nettement différenciées. La méristèle comprend un faisceau libéro-ligneux simple, bordé sur ses flancs par deux masses volumineuses de tissu aréolé ; le péridesme contient souvent, au-dessus du faisceau, quelques fibres isolées. Un canal sécréteur impair occupe le plan de symétrie, au-dessous de la méristèle ; il s'appuie, d'une part, contre celle-ci et, de l'autre, contre l'hypoderme, qui tapisse le milieu de la face inférieure de la feuille ; j'ai vu parfois s'ajouter à ce canal volumineux deux canaux beaucoup plus grêles, voisins des bords de la feuille, au contact immédiat de l'épiderme inférieur.

La germination est épigée. Les cotylédons forment, au sommet de la tigelle, un verticille composé ordinairement de six pièces. Un peu plus haut s'insère souvent un premier verticille de feuilles, en nombre égal à celui des cotylédons ; puis les feuilles suivantes sont alternes, comme celles de l'arbre caractérisé, et prennent, dès la formation des premiers ramules, une disposition faussement distique. Mais il arrive aussi que les premières feuilles ne soient pas insérées exactement au même niveau et forment par conséquent un verticille imparfait ; la disposition phyllotaxique est alors alterne dès le début. En tout cas la forme et l'aspect général des feuilles primordiales, considérées individuellement, ne diffèrent pas sensiblement de ce qu'on observe dans les feuilles définitives.

La section transversale du cotylédon a une forme triangulaire : sa face supérieure porte une arête saillante ; seule, cette face est percée de stomates. Le mésophylle est à peu près homogène et ne contient pas trace d'hypoderme, non plus que d'appareil sécréteur. Le faisceau libéro-ligneux atteint un notable développement ; on n'en saurait dire autant de ses deux ailes vasculaires, qui sont à peine ébauchées.

Dès les feuilles primordiales, verticillées ou non, les stomates

se distribuent sur les deux faces de l'épiderme ; à mesure qu'on atteint des feuilles de rang plus élevé, on voit s'accuser la différence de répartition de ces éléments entre les deux faces, au détriment de la face supérieure. L'assise palissadiforme n'est guère plus distincte dans les premières feuilles que dans les cotylédons ; mais elle ne tarde pas à se différencier plus nettement. Les fibres hypodermiques apparaissent quelquefois dès les premières feuilles, bien que celles-ci puissent en être absolument dépourvues ; puis leur nombre augmente et peu à peu se constitue l'assise discontinue des feuilles caractérisées, interrompue sur les deux faces de la feuille par les files stomatiques. Le faisceau libéro-ligneux augmente, de feuille en feuille, le nombre de ses éléments conducteurs, en même temps que se développent ses deux ailes de tissu aréolé ; les éléments fibreux manquent totalement dans le péridesme des feuilles primordiales : ce n'est qu'assez tardivement qu'ils font leur apparition et on peut constater, d'ailleurs, que leur présence n'est pas absolument générale, même dans la plante caractérisée. Quant à l'appareil sécréteur, il est représenté, dès les feuilles primordiales, par sa partie essentielle et constante, le gros canal impair et médian.

En somme, on observe encore dans cette espèce de notables différences entre les feuilles primordiales et les feuilles définitives. Si ces différences n'ont pas ici toute la netteté qu'elles présentent dans d'autres espèces, peut-être faut-il, comme le fait remarquer Kaufholz, en chercher la cause dans ce fait que les feuilles ont une existence fort limitée, par suite de la chute annuelle des ramules.

Si nous cherchons à réunir dans un tableau d'ensemble les faits concernant les cinq espèces qui précèdent, nous voyons que le passage de la structure du cotylédon à celle de la feuille définitive se traduit surtout par des changements dans la constitution de l'épiderme, de l'hypoderme, du mésophylle, de la méristèle et de l'appareil sécréteur.

1° *Epiderme.* — La cutinisation de l'épiderme augmente, d'une manière générale, depuis le cotylédon jusqu'à la feuille définitive. Quant à la distribution des stomates, elle prend dès les feuilles primordiales le caractère qu'elle revêt chez la plante adulte : localisés uniquement à la face supérieure dans le cotylédon, ils se répartis-

sent entre les deux faces dans les autres feuilles (*Wellingtonia gigantea, Cryptomeria japonica, Taxodium distichum*) ; quand ils sont plus nombreux à la face inférieure et y forment deux bandelettes symétriques (*Taxodium distichum*), cette différenciation entre les deux faces est beaucoup moins accusée dans les feuilles primordiales que dans les feuilles définitives.

2° *Hypoderme.* — L'hypoderme scléreux, qu'on trouve très généralement dans la feuille caractérisée, est totalement absent du cotylédon (*Wellingtonia gigantea, Cryptomeria japonica, Taxodium distichum*) ; il est souvent nul dans les feuilles primordiales (*Wellingtonia gigantea, Sequoia sempervirens, Cryptomeria japonica*) ; si on l'y rencontre, c'est avec un développement moindre que celui qu'il acquiert chez la plante adulte (*Araucaria imbricata, Taxodium distichum*) et ce n'est que progressivement qu'on le voit prendre, de feuille en feuille, son développement définitif.

3° *Mésophylle.* — Quand le mésophylle de la feuille caractérisée est hautement différencié, cette différenciation ne se manifeste pas dès les feuilles primordiales : elle n'apparaît que progressivement. C'est ainsi que chez *Araucaria imbricata* le mésophylle, entièrement homogène dans les écailles primordiales, ne différencie, dans les feuilles suivantes, que sa partie supérieure en tissu palissadiforme, tandis que dans les feuilles définitives cette différenciation se manifeste également aux deux faces.

4° *Méristèle.* — Généralement la méristèle est simple dans toutes les feuilles. Lorsque la feuille définitive renferme plusieurs méristèles (*Araucaria imbricata*), les premières feuilles n'en renferment qu'une ; puis leur nombre s'élève à trois et augmente de feuille en feuille, restant typiquement impair. La constitution du faisceau libéro-ligneux est, dès le cotylédon, sensiblement la même que dans la feuille caractérisée ; mais le nombre des éléments du bois et du liber augmente, d'une manière générale, à mesure que s'élève le rang de la feuille considérée. — Ce qui augmente surtout du cotylédon à la feuille définitive, c'est le développement des deux ailes vasculaires qui, constituées aux dépens du péridesme, partent des flancs de la partie ligneuse du faisceau pour venir appliquer leurs extrémités contre les cellules de l'endoderme : cet accroissement de développement des deux ailes vasculaires est particulièrement sensible chez *Araucaria imbricata*, où elles s'étendent beaucoup

au-dessus du faisceau de manière à se rejoindre plus ou moins, de part et d'autre du plan de symétrie de ce dernier, qui est souvent occupé, dans les feuilles caractérisées, par un ou deux plans de cellules péridesmiques ordinaires, ou bien encore chez *Wellingtonia gigantea*, où elles sont, dans les feuilles définitives, très étalées transversalement. — Quant aux fibres péridesmiques qui occupent la face dorsale du faisceau dans certaines espèces (*Araucaria imbricata, Sequoia sempervirens, Taxodium distichum*), elles manquent toujours dans le cotylédon et dans les feuilles primordiales.

5° *Appareil sécréteur.* — L'appareil sécréteur présente, du cotylédon à la feuille primordiale et à la feuille définitive, des différences tant dans le nombre que dans la situation des canaux sécréteurs. Il peut être nul dans le cotylédon et bien développé au contraire dans les feuilles suivantes (*Taxodium distichum*). C'est chez *Cryptomeria japonica* que nous avons observé la plus grande variation dans le nombre et la distribution des canaux : le cotylédon en contient deux latéraux, auxquels s'ajoute, dans la feuille primordiale, un canal impair au-dessous de la méristèle ; c'est ce canal impair qui persiste seul dans la feuille définitive. Chez *Araucaria imbricata*, c'est, au contraire, le canal impair, situé au-dessous de la méristèle, qui caractérise les feuilles primordiales et disparaît dans les feuilles définitives ; en même temps de nouveaux canaux pairs s'ajoutent aux deux canaux latéraux des premières feuilles : ils s'intercalent entre les méristèles, dont ils occupent le niveau. Chez *Taxodium distichum*, au canal impair qui existe dans toutes les feuilles, sauf les cotylédons, s'ajoutent quelquefois, dans les feuilles définitives, deux petits canaux latéraux. La situation du canal impair, ordinairement superficielle dans le cotylédon et la feuille primordiale, devient plus profonde dans la feuille définitive (*Wellingtonia gigantea, Sequoia sempervirens, Cryptomeria japonica*).

A ces différences essentielles s'en ajoutent parfois d'autres, d'un caractère moins général. C'est ainsi que les sclérites qu'on observe dans le mésophylle de certains *Araucaria* (*A. imbricata*) caractérisés, ne se rencontrent pas dans les feuilles primordiales. Chez la même espèce, ces dernières contiennent une couche de liège dont la formation est évidemment provoquée par leur situation souterraine et qui fait entièrement défaut dans les feuilles de rang plus élevé.

Genres **Cupressus, Chamæcyparis, Biota, Thuja**

Comme l'a fait remarquer dès longtemps M. Bertrand (1), on peut distinguer chez les Cupressinées du genre *Cupressus* et des genres voisins (*Chamaecyparis*, *Biota*, *Thuja*) deux types de feuilles très dissemblables par leur morphologie externe : 1° des feuilles nettement écartées du rameau, auquel elles n'adhèrent que par une étroite surface d'insertion ; 2° des feuilles accolées au rameau, qu'elles couvrent d'un revêtement squammiforme. C'est ce second type de feuilles, opposées-décussées, qu'on observe le plus communément chez les plantes adultes. Mais c'est un fait fort connu des pépiniéristes et signalé bien des fois par les botanistes descripteurs, que les jeunes individus provenant de semis sont d'abord pourvus de feuilles aciculaires ; ce n'est qu'au bout d'un temps variable avec les espèces, les variétés ou même les individus, que cette première forme de feuilles disparaît pour faire place à la seconde, que la plante « se caractérise » en un mot.

C'est aussi M. Bertrand qui a insisté dans son mémoire classique sur la difficulté qu'on éprouve à appliquer l'étude de la structure de la feuille chez les Cupressinées à la distinction des genres et des espèces. « D'un individu à l'autre dans une même espèce ; bien » plus, d'un rameau à l'autre sur un même individu, la structure » anatomique varie dans des limites plus étendues que les varia- » tions que l'on observe d'un genre à l'autre (2). » Telle est la raison pour laquelle je n'estime pas qu'il y ait intérêt à exposer séparément ici les observations que j'ai pu pu faire sur diverses espèces du genre *Cupressus* ; je crois préférable de réunir sous une rubrique commune ce qui concerne le genre tout entier.

Genre **Cupressus**

Les espèces dont j'ai pu observer le plus grand nombre d'échantillons au point de vue qui m'occupe sont : *Cupressus sempervirens* L., avec ses deux variétés principales, différant surtout par le

(1) Bertrand, *loc. cit.*, p. 131 et suivantes.
(2) Bertrand, *loc. cit.* p. 134.

port (*C. horizontalis* Mill. et *C. pyramidalis* Targ. Toz. ou *fastigiata* D. C.); *Cupressus funebris* Endl; *C. Lindleyi* Klotsch; *C. macrocarpa* Hartw. ou *Lambertiana* Carr.

La germination des Cyprès est épigée; le nombre des cotylédons est ordinairement de deux; quelquefois cependant il peut s'élever jusqu'à trois ou même quatre : c'est ce que j'ai observé notamment chez *C. Lindleyi* et *C. macrocarpa*. Après les deux cotylédons, et séparée d'eux par un très court entrenœud, vient une première paire de feuilles longues et aciculaires, opposées l'une à l'autre et alternant avec les cotylédons. Plus haut se trouve un verticille de quatre feuilles, aciculaires aussi, insérées en croix et alternant à la fois avec les cotylédons et avec les deux premières feuilles. Ensuite se succèdent une longue série de verticilles de feuilles semblables, groupées quatre par quatre et alternant d'un verticille au suivant, de manière à fournir huit rangées de feuilles à la surface de la tige. Quand le nombre des cotylédons s'élève à quatre, la première paire de feuilles disparaît et c'est un verticille de quatre feuilles qui succède immédiatement au verticille cotylédonaire. Il arrive aussi que les feuilles primordiales soient verticillées par trois; cette disposition coïncide ordinairement avec la présence de trois cotylédons. Considérons, pour fixer les idées, le cas qu'on pourrait qualifier de normal, celui où à une première paire de feuilles opposées, alternant avec deux cotylédons, succèdent, sur l'axe principal, une longue série de feuilles verticillées par quatre. Si on examine les rameaux portés par l'axe principal pendant la première année de végétation, on peut y observer également des verticilles de quatre feuilles; mais il arrive souvent aussi que, dès cette première ramification de l'axe principal, le nombre des feuilles de chaque verticille tombe brusquement à deux ou bien d'abord à trois, puis à deux; dans le cas où les feuilles des premières branches sont encore quaternées, ce n'est que sur des rameaux d'ordre plus élevé, se développant dans le cours de la deuxième année ou d'une des années suivantes, que se manifeste cette réduction; quoi qu'il en soit, on voit tôt ou tard succéder aux feuilles quaternées de la plante jeune des feuilles opposées-décussées. D'abord longues et aciculaires, ces feuilles s'appliquent peu à peu contre le rameau qui les porte et avec lequel elles deviennent concrescentes par

leur base, constituant une sorte de coussinet ; enfin on arrive à la forme franchement caractérisée.

Le cotylédon a une section transversale de forme triangulaire. Son épiderme, peu cutinisé, ne porte de stomates qu'à la face supérieure, où ils forment des files régulières. Le mésophylle est à peu près homogène. L'hypoderme, souvent nul, parfois à peine ébauché, est représenté, dans ce dernier cas, soit par quelques fibres isolées de loin en loin, soit par deux groupes peu importants, parallèles aux arêtes externes du cotylédon. Il n'y a pas trace d'appareil sécréteur. Les ailes vasculaires que porte sur ses flancs le faisceau libéro-ligneux sont à peine ébauchées.

La feuille primordiale appartenant à la première paire, décussée avec les cotylédons, a une section transversale de forme à peu près losangique. Son épiderme, plus fortement cutinisé que celui du cotylédon, est percé de stomates aussi bien sur la face inférieure que sur la face supérieure; sur chacune de ces deux faces ils forment deux groupes symétriques par rapport au plan sagittal. Le mésophylle devient hétérogène : vers la face supérieure, ses cellules s'allongent en forme de palissades et la zone ainsi différenciée se réfléchit le long des arêtes latérales de la feuille de manière à doubler au moins les parties marginales de la face inférieure. L'hypoderme est sensiblement plus développé que dans le cotylédon: l'assise unique de fibres qui le constitue forme quatre rubans qui occupent, outre les arêtes latérales de la feuille, les portions médianes de ses deux faces, supérieure et inférieure. Un canal sécréteur impair longe l'arête inférieure, immédiatement au-dessous de l'épiderme, divisant en deux moitiés le ruban hypodermique de cette région. Quant à la méristèle, on y constate un développement modéré des deux ailes vasculaires.

La structure d'une feuille appartenant à un verticille quaterné de la première année ne diffère pas sensiblement du type précédent. Sa section peut être aussi losangique ou grossièrement elliptique. La répartition des stomates est la même, ainsi que la différenciation du mésophylle. Le développement de l'hypoderme tend à s'accentuer : c'est ainsi que le long des arêtes latérales il peut être représenté par deux assises de fibres, ou même parfois un plus grand nombre ; mais il est toujours largement interrompu par les quatre bandelettes stomatifères.

Dans la feuille caractérisée, la cutinisation de l'épiderme est poussée beaucoup plus loin ; la plupart des cellules de l'assise sous-épidermique sont transformées en fibres, donnant ainsi naissance à une couche hypodermique continue, qui ne s'interrompt que dans les régions stomatifères et qui peut comprendre sur certains points, notamment le long des arêtes, plusieurs assises superposées. Le mésophylle est assez homogène, du moins dans la partie de la feuille qui ne se détache pas du rameau ; dans la partie libre, au contraire, il n'est pas rare que les cellules voisines de la face ventrale, au-dessus de la méristèle, s'allongent très sensiblement dans une direction perpendiculaire à cette face, de manière à former de grandes palissades. Le canal sécréteur unique, placé au dessous de la méristèle et fort bien développé, n'est guère plus éloigné de l'épiderme inférieur que dans les feuilles primordiales : souvent il est appliqué immédiatement contre l'épiderme, ce qui interrompt dans cette région la couche hypodermique ; il arrive cependant parfois qu'il en soit séparé par quelques assises, ce qui le place à égale distance de l'hypoderme et de la méristèle, ou même qu'il soit accolé directement à la méristèle. Quant à cette dernière, elle est surtout remarquable par le développement très grand que prennent ses deux ailes vasculaires.

Chez certains *Cupressus*, notamment chez *C. sempervirens* et *C. macrocarpa*, on observe dans le péridesme de la méristèle, au-dessous du liber, quelques grosses fibres à paroi uniformément épaissie ; ces éléments peuvent se retrouver, en plus petit nombre il est vrai, dès les feuilles primordiales et même les cotylédons.

Chamæcyparis Lawsoniana Parl.

Cette espèce, que certains auteurs ont rangée dans le genre *Cupressus*, a effectivement le port général d'un Cyprès ; ses rameaux sont nettement aplatis, de manière qu'on y distingue aisément des feuilles faciales et des feuilles latérales, comme chez les *Biota* et *Thuja* (Voir plus loin).

Les cotylédons sont au nombre de deux et de dimensions sensiblement supérieures à celles des feuilles qui leur font suite. Une première paire de feuilles opposées alterne avec les cotylédons. Elle est suivie de verticilles quaternés dont le premier alterne à

la fois avec les cotylédons et les deux premières feuilles et dans lesquels les feuilles alternent d'un verticille au suivant. Puis, dès les branches de premier ordre nées sur la tige principale, dans le cours de la première année, les feuilles se disposent par paires et deviennent opposées-décussées; bientôt les rameaux s'aplatissent et les quatre rangées de feuilles se différencient suivant les deux types, facial et latéral, de la plante caractérisée. En somme, la différenciation progressive que l'on observe ici dans la morphologie externe des feuilles ne diffère pas sensiblement de ce que nous a montré le genre *Cupressus*.

On en peut dire autant de la différenciation qui porte sur la morphologie interne. Le cotylédon, à section demi-elliptique (pl. 5, fig. 5), ne porte de stomates que sur sa face supérieure, à peu près plane; il est entièrement dépourvu d'appareil sécréteur et l'hypoderme n'y est représenté que par quelques fibres, disséminées à la face inférieure, réunies en un ruban plus continu le long des arêtes latérales. Dans les feuilles primordiales, opposées ou verticillées, les stomates se répartissent entre les deux faces; un canal sécréteur se différencie dans le plan de symétrie, au-dessous de la méristèle et au contact immédiat de l'épiderme; le mésophylle différencie les cellules de son assise supérieure en éléments palissadiformes; l'hypoderme poursuit son développement le long des arêtes latérales, où il peut, sur quelques points, présenter jusqu'à deux assises de fibres, et vers le milieu de la face supérieure; on remarque parfois quelques fibres vers le milieu de la face inférieure, de part et d'autre du canal sécréteur; mais celui-ci, écrasant en quelque sorte l'hypoderme, en réduit généralement beaucoup le développement. Dans les feuilles suivantes, la différenciation progressive porte surtout sur l'épiderme, qui se cutinise de plus en plus fortement, sur l'hypoderme, qui tend à devenir continu, sauf dans les régions stomatifères, sur le canal sécréteur, qui prend un développement de plus en plus grand, et sur la méristèle, dans laquelle les deux ailes vasculaires s'étalent transversalement.

Genres Biota et Thuja.

Parmi les feuilles caractérisées des *Biota* et *Thuja* on doit établir une distinction secondaire, en raison de l'aplatissement des

rameaux qui les portent : les unes (*feuilles faciales*), formant deux rangées opposées sur le rameau, sont appliquées par leur face ventrale contre une des faces aplaties du rameau et étalent leur face dorsale dans un plan ; les autres (*feuilles latérales*), formant deux autres rangées, alternes avec les précédentes, sont pliées en deux et placées, en quelque sorte, à cheval sur un des bords amincis du rameau : leur arête dorsale est très accentuée, la face ventrale n'existe pour ainsi dire pas. Dans ces deux sortes de feuilles, la distribution des stomates affecte des caractères spéciaux. Dans les feuilles latérales, ils forment un petit groupe sur le pan de la face dorsale qui regarde le sol, tandis que l'autre pan n'en porte aucun; — les feuilles faciales sont entièrement dépourvues de stomates quand elles occupent la face supérieure du rameau aplati ; elles en portent, au contraire, sur leur face dorsale, deux amas, symétriques par rapport au plan sagittal, quand elles sont à la face inférieure du rameau. Ces variations dans la distribution des stomates peuvent s'interpréter d'une manière générale en remarquant qu'ils occupent toujours la partie de la surface foliaire qui regarde le sol; les expériences de Frank (1) justifient cette interprétatation.

Biota orientalis Endl.

Les cotylédons, épigés, sont au nombre de deux et opposés. Puis vient une première paire de feuilles opposées, dont le plan d'insertion est perpendiculaire à celui des cotylédons. Un peu plus haut, on rencontre un verticille de quatre feuilles insérées dans deux plans rectangulaires et alternant à la fois avec les plans d'insertion des cotylédons et ceux des feuilles de la première paire. Ce verticille est suivi de quelques autres, présentant la même organisation et disposés de telle sorte que les feuilles d'un verticille alternent avec celles du précédent et se superposent, au contraire, à celles de l'antéprécédent. Sur certains échantillons, ces premiers verticilles sont de trois feuilles. Puis les feuilles se disposent par groupes de deux, opposées l'une à l'autre et alternant d'un groupe au suivant. Toutes ces feuilles, ainsi que les cotylédons, sont insérées sur l'axe, dont elles s'écartent largement, par une portion

(1) Frank : *Ueber das Einfluss des Lichtes auf den Bau der symmetrischen Zweigen von* Thuja occidentalis (Jahrb. für wiss. Botan., Bd IX).

étroite de la surface de ce dernier. Puis on voit peu à peu les feuilles, dont la longueur décroît progressivement, s'appliquer contre l'axe qui leur sert de support et se souder à lui dans une partie de plus en plus grande de leur longueur ; bientôt elles ne forment plus, sur la tige principale et sur ses ramifications, que de petites écailles dont la pointe extrême seule s'en détache complètement : c'est l'aspect que présentent normalement les feuilles de la plante adulte.

Le cotylédon est long et volumineux. Sa face supérieure, appliquée contre la face homologue de son congénère, est sensiblement plane, tandis que la face inférieure est nettement convexe ; cette dernière est entièrement dépourvue de stomates, qui sont exclusivement localisés à la face supérieure. Le mésophylle a une structure à peu près homogène; on peut toutefois remarquer que les cellules sont un peu plus serrées les unes contre les autres au voisinage de la face supérieure que du côté de la face inférieure, en même temps qu'elles tendent à s'orienter perpendiculairement à la surface libre du limbe. De distance en distance on observe, au-dessous de l'épiderme, quelques fibres à paroi épaisse, mais non lignifiée, ébauche d'un appareil hypodermique de soutien. La partie médiane du cotylédon est occupée par la nervure, dont la partie essentielle est un faisceau libéro-ligneux ; sur les flancs de ce faisceau et en contact avec le bois, on aperçoit quelques éléments à membranes lignifiées, dont l'ornementation est intermédiaire entre celles d'un élément aréolé et d'un élément réticulé, et qui représentent ici le tissu de transfusion. Quant à l'appareil sécréteur, il paraît faire entièrement défaut ; c'est, du moins, la conclusion qui résulte de l'examen des échantillons que j'ai eus à ma disposition.

Les feuilles de la première paire sont beaucoup plus courtes et plus étroites que les cotylédons. La forme de la section transversale d'une de ces feuilles et assez nettement triangulaire : la face supérieure est sensiblement plane, tandis que la face inférieure est fortement saillante sur sa ligne médiane. L'épiderme porte des stomates sur ses deux faces; mais, aussi bien sur la face supérieure que sur la face inférieure, ils occupent deux zones symétriques de part et d'autre du plan sagittal de la feuille. La structure du mésophylle accuse une différenciation plus grande que dans le cotylédon : les assises voisines de la face supérieure sont formées de cellules

nettement allongées dans une direction perpendiculaire à cette face (c'est une ébauche de tissu en palissade); les cellules voisines des flancs de la méristèle s'orientent, au contraire, dans des directions divergentes à partir de celle-ci ; vers la face inférieure du limbe, le tissu offre une certaine lâcheté, comparable à celle du tissu lacuneux dans une feuille à mésophylle bifacial. Le nombre des fibres hypodermiques est beaucoup plus grand que dans le cotylédon : elles forment quatre bandes continues, dont chacune ne comporte généralement qu'une assise de fibres ; l'une, fort étroite (2 ou 3 fibres en largeur, par exemple), occupe le milieu de la face supérieure; deux autres, beaucoup plus importantes (une quinzaine de fibres par exemple), occupent les deux arêtes latérales du limbe; enfin la dernière, qui est la plus développée (une vingtaine de fibres), correspond à l'arête qui occupe le milieu de la face inférieure. C'est précisément aux régions dépourvues de fibres hypodermiques que correspondent les zones stomatifères de l'épiderme. Les fibres hypodermiques ont des parois fort épaisses, dont les contours extérieur et intérieur ont, en section transversale, une forme souvent irrégulière ; quant à leur constitution chimique, elles ne paraissent nullement lignifiées : le vert d'iode ne les colore pas et elles se teintent de rose sous l'action du carmin aluné. Le faisceau libéroligneux de la nervure est beaucoup moins développé que dans le cotylédon : le bois, par exemple, ne comprend que vingt-cinq vaisseaux alors que celui du cotylédon en comprend plus de quatre vingts; différence qui ne doit pas surprendre quand on compare les dimensions très différentes des deux organes. Par contre, le tissu de transfusion, qui était à peine ébauché dans le cotylédon, prend ici un développement beaucoup plus considérable : tandis que le paquet compact des quatre-vingts vaisseaux du cotylédon n'était bordé, de chaque côté, que par cinq à six éléments de transfusion, le groupe vasculaire de la feuille primordiale, bien que beaucoup moins important, porte, de part et d'autre, une dizaine de ces éléments; le rapport entre le nombre des éléments de transfusion et celui des éléments vasculaires augmente donc notablement. A la face inférieure du liber de la nervure, on observe un petit groupe de deux ou trois fibres à membranes épaisses et non lignifiées, dont l'aspect général rappelle un peu celui des fibres hypodermiques et dont l'équivalent n'existe

pas dans le cotylédon. Quant à l'appareil sécréteur, il est nettement différencié : un gros canal résinifère occupe l'angle inférieur de la feuille; sa paroi est constituée par deux assises nettement distinctes, dont la plus externe n'est séparée de l'épiderme inférieur que par l'assise de fibres hypodermiques.

Les quatre feuilles du premier verticille ont une longueur et, d'une manière plus générale, des dimensions supérieures à celles des deux premières feuilles : elles sont intermédiaires entre ces dernières et celles des cotylédons. Quant à leur structure, elle ne diffère pas beaucoup de celle des deux premières feuilles. La forme générale de la section droite est, comme dans une feuille de Sapin par exemple, celle d'une sorte d'ellipse allongée transversalement. La répartition des stomates sur les deux faces de la feuille et la différenciation du mésophylle sont sensiblement les mêmes que dans les premières feuilles. L'hypoderme, qui garde les mêmes caractères, prend un développement plus considérable : la bande supérieure comprend, par exemple, une dizaine de fibres, rangées, de place en place, sur deux assises; chacune des deux bandes latérales en comprend environ une trentaine.

Cette structure se retrouve à peu près identiquement dans les feuilles des verticilles suivants et, comme dans les espèces précédemment étudiées, le passage de la structure primordiale à la structure caractérisée se fait par gradations ménagées : il est surtout marqué par une extension progressive de l'hypoderme, qui finit par former un revêtement à peu près continu, et par un développement très accentué des deux ailes de tissu de transfusion. Sur les pousses longues de l'arbre adulte, les feuilles, adhérentes à l'axe dans presque toute leur longueur, ne s'en détachent que par leurs extrémités ; sur la plupart des rameaux, elles sont courtes, squammiformes, et, par suite de l'aplatissement du rameau peuvent être rapportées à deux types, le type facial et le type latéral.

Thuja occidentalis L.

La plantule comprend, ici encore, deux cotylédons épigés, au-dessus desquels se développent des feuilles longues, aciculaires et écartées de l'axe. La disposition phyllotaxique de ces feuilles ne paraît pas absolument constante : j'ai vu des échantillons chez

lesquels les deux cotylédons étaient suivis d'une première paire de feuilles, décussées avec les cotylédons, puis de feuilles verticillées par quatre, devenant ensuite opposées ; dans d'autres cas, les feuilles primordiales sont toutes opposées ; parfois encore elles commencent par être disposées en verticilles de trois, pour devenir ensuite opposées ; dans ce dernier cas il n'est pas rare, comme l'a fait remarquer Lubbock (*loc. cit.*), que l'une des trois feuilles du verticille terné s'insère un peu plus haut que les deux autres, ce qui conduit à la disposition franchement spiralée, que j'ai observée aussi chez quelques sujets. Dans tous les cas, les feuilles aciculaires ne tardent pas à faire place aux feuilles squammiformes : celles-ci font généralement leur apparition dès la première année, sur les branches de premier ordre, qui en sont couvertes dès leur base ; on sait que les rameaux chargés de feuilles squammiformes sont aplatis, possèdent une face supérieure et une face inférieure, et laissent reconnaître deux types de feuilles, les faciales et les latérales. La pousse qui prolonge, pendant la deuxième année de végétation, l'axe principal de la plante porte généralement encore des feuilles aciculaires ; mais toutes ses branches sont aplaties et couvertes de feuilles squammiformes, de même que les rameaux secondaires nés sur elles ou sur les branches de la première année : ainsi la plante se trouve bientôt caractérisée.

Le cotylédon, entièrement dépourvu d'appareil sécréteur, ne porte de stomates qu'à sa face supérieure ; son mésophylle est à peu près homogène ; à peine observe-t-on, de loin en loin, quelques fibres hypodermiques.

La feuille primordiale, au rebours du cotylédon, n'a guère de stomates qu'à sa face inférieure, où ils forment deux bandelettes symétriques ; la face supérieure, surtout dans les feuilles qui suivent immédiatement les cotylédons, peut en présenter quelques-uns, dont la répartition n'obéit à aucune loi appréciable ; mais ils sont beaucoup plus rares dans les feuilles de rang plus élevé, où l'on peut dire que les stomates sont exclusivement localisés à la face inférieure. Le mésophylle différencie nettement en palissade son assise supérieure ; à l'épiderme inférieur, riche en stomates, correspond au contraire un tissu plus lâche. L'hypoderme est représenté, à chaque bord de la feuille, par un ruban de quelques fibres, disposées sur une seule assise. La nervure comprend un faisceau

simple que bordent deux ailes vasculaires, encore peu développées Au-dessous d'elle, en contact immédiat avec l'épiderme, court un canal sécréteur.

On connaît la structure des feuilles de la plante caractérisée et notamment la distribution des stomates : ils sont concentrés sur les faces de ces organes qui, en raison de l'aplatissement général du rameau, sont tournées vers le sol ; quant à l'hypoderme, il se développe fréquemment en une assise presque continue là où il n'y a pas de stomates; le canal sécréteur prend un volume considérable.

La méristèle comprend souvent quelques fibres péridesmiques situées soit au-dessus, soit au dessous du faisceau libéro-ligneux ; ces éléments se rencontrent dès les feuilles primordiales, voire même dès le cotylédon.

Thuja Lobbi Hort.

La plantule de germination est pourvue de deux cotylédons épigés. Au-dessus vient une première paire de feuilles, alternes avec eux ; puis une série de verticilles de quatre feuilles, alternant d'un verticille au suivant. Sur les branches que porte, dès la première année, l'axe principal, les feuilles deviennent opposées ; il en est de même, bien entendu, sur les branches que produit la pousse principale dans la deuxième année. Les feuilles verticillées de l'axe principal, ainsi que les feuilles opposées de la base des premières branches, sont longues et écartées de leur support ; les feuilles suivantes s'appliquent plus étroitement contre lui et très rapidement elles deviennent squammiformes, en même temps que les rameaux s'aplatissent, disposition caractéristique de la plante adulte.

Le cotylédon est, comme chez *Thuja occidentalis*, entièrement dépourvu d'appareil sécréteur et les stomates y sont localisés à la face supérieure ; le mésophylle est homogène et l'hypoderme à peu près nul.

Dans une feuille de la première paire, les stomates se distribuent entre les deux faces ; le mésophylle comprend, sous l'épiderme supérieur, une assise nette de tissu en palissade; l'hypoderme forme deux rubans marginaux sous les arêtes latérales de la feuille:

sous la méristèle se trouve un canal sécréteur, directement accolé à l'épiderme.

Dans une feuille appartenant au premier verticille de quatre feuilles, les stomates deviennent rares à la face supérieure, où ils sont épars sans ordre, tandis qu'ils forment, à la face inférieure, deux bandelettes symétriques; la structure du mésophylle, le développement de l'hypoderme et de l'appareil sécréteur diffèrent peu de ce qu'on voit dans la feuille précédente.

En examinant une feuille de rang plus élevé, prise dans un des verticilles de la première année, on voit s'accentuer davantage encore le caractère tiré de la distribution des stomates, qui n'existent plus qu'en nombre très faible et à titre, pour ainsi dire, exceptionnel, à la face supérieure; la structure générale de l'organe n'est pas sensiblement modifiée.

Peu de choses à dire de la structure des feuilles, largement concrescentes avec la tige, sur les rameaux de la plante caractérisée : l'aplatissement de ces rameaux entraîne, ici encore, un mode particulier de distribution des stomates, qui occupent les parties de la surface foliaire tournées vers le sol.

Juniperus communis L.

Dans cette espèce toutes les feuilles sont aciculaires et largement écartées de l'axe.

La germination présente ordinairement les mêmes caractères morphologiques que chez *Biota orientalis*, *Thuja Lobbi*, etc. Aux deux cotylédons épigés succède une première paire de feuilles opposées, alternant avec eux ; puis vient un premier verticille de quatre feuilles, alternant à la fois avec les cotylédons et les feuilles de la première paire ; il est suivi d'une série de verticilles semblables, qui couvrent la surface de la tige principale de telle sorte que les feuilles d'un verticille alternent avec celles du verticille précédent et que toutes les feuilles soient réparties entre huit rangées parallèles. Cette dernière disposition s'observe encore sur la pousse principale de la seconde année ; mais les tiges secondaires, dès la première année, offrent une disposition phyllotaxique différente et caractéristique de la plante adulte : les feuilles y sont insérées en verticilles ternés. Il faut ajouter, d'ailleurs, qu'il n'est

pas rare de voir la disposition ternée se manifester dès le début, aussitôt après la paire de feuilles opposées qui suit immédiatement les cotylédons.

Le cotylédon ne porte de stomates qu'à sa face supérieure ; son mésophylle est à peu près homogène ; l'hypoderme n'est guère représenté que par quelques fibres, le long des arêtes latérales ; il n'y a pas trace d'appareil sécréteur ; dans la méristèle, le tissu de transfusion est peu développé.

Les feuilles de la première année présentent toutes, quel que soit leur rang à partir des cotylédons, une structure à peu près identique. La forme de leur section transversale n'est pas toujours aussi nettement triangulaire que celle de la section transversale d'une feuille caractérisée ; parfois même elle est à peu près elliptique. Fait auquel ne nous a pas accoutumés l'étude des espèces précédentes : la distribution des stomates, loin de prendre dans les feuilles primordiales des caractères entièrement différents de ceux qu'elle offre dans les cotylédons, s'accuse au contraire dans le même sens ; les stomates sont exclusivement localisés à la face supérieure, où leur amas détermine une sorte de tache en forme de triangle allongé comme la face supérieure tout entière ; cette tache est interrompue dans les toutes premières feuilles par une bande médiane dépourvue de stomates. Le mésophylle organise à peu près partout son assise la plus externe en palissades ; cette différenciation n'est pas moindre à la face inférieure qu'à la face supérieure : au contraire, s'il est une région où les cellules superficielles du tissu assimilateur soient plus courtes et plus espacées, c'est en face des zones stomatifères de l'épiderme supérieur. L'hypoderme est beaucoup plus développé que dans le cotylédon : des arêtes latérales de la feuille il gagne à la fois la face inférieure et la face supérieure ; il est largement interrompu au milieu de la face supérieure, au niveau de la région stomatifère, et n'est représenté par quelques fibres que dans le plan de symétrie, là où les stomates font défaut, chez les feuilles qui succèdent immédiatement aux cotylédons ; à la face inférieure il ne s'interrompt qu'en face du canal sécréteur, immédiatement sous-épidermique, et parfois (dans les toutes premières feuilles) le long de deux bandes symétriques situées à peu près à égale distance du canal sécréteur et de l'arête latérale de la feuille. Le tissu de transfusion de la méristèle prend un dévelop-

pement beaucoup plus marqué que dans le cotylédon par rapport au faisceau libéro-ligneux.

La feuille définitive n'a pas une structure très différente de celle de la feuille primordiale : elle s'en distingue surtout par un développement plus considérable de l'hypoderme, qui forme jusqu'à deux assises au voisinage des arêtes de la feuille, — du tissu de transfusion, dont les ailes s'élargissent de part et d'autre du faisceau libéro-ligneux, — et du canal sécréteur, qui devient très volumineux.

M. J. Vallot a donné, il y a quelques années, à propos d'un cas de retour apparent à la forme juvénile, une étude très soignée des feuilles primordiales de *Juniperus phœnicea*, à laquelle je ne puis que renvoyer le lecteur (1).

On voit, par ces quelques exemples, que l'étude des Cupressinées typiques (*Cupressus, Biota, Thuja, Juniperus*), faite au point de vue qui nous occupe, donne des résultats qui, par leur signification générale, s'accordent bien avec ceux que nous ont fournis les *Araucaria, Wellingtonia, Sequoia, Cryptomeria et Taxodium*.

Ici, dans la plupart des cas, les feuilles primordiales diffèrent profondément des feuilles définitives par leur forme extérieure, les premières étant nettement distinctes de l'axe qui les porte, les secondes étant largement concrescentes avec lui.

Mais n'est-il pas permis de penser que cette « caractérisation » de la plante adulte est un phénomène surnuméraire, une sorte d'altération due à l'influence du milieu, et de considérer comme normale la disposition dans laquelle les organes appendiculaires restent distincts de leur support ? C'est l'idée qu'exprime M. Van Tieghem à propos de la disposition fasciculée des feuilles sur les rameaux courts des Pins, lorsqu'il dit : « Il serait intéressant de » rechercher quelles conditions de nutrition, sans doute surabon- » dante, il faut remplir pour que ce mode de végétation » (avec feuilles éparses) « se poursuive indéfiniment de manière à produire » un Pin adulte non caractérisé, c'est-à-dire un Pin adulte *normal*. » Les Pins adultes que l'on rencontre dans la nature sont des êtres

(1) J. Vallot : *Le Juniperus phœnicea* à forme spiculaire (Journal de Botanique, 2e année, 1888).

» altérés par le milieu, frappés extérieurement de modifications » morphologiques et physiologiques auxquelles correspondent » souvent intérieurement des variations de structure (1). » Je suis porté à considérer comme relevant d'une cause analogue la concrescence des feuilles avec les rameaux chez les Cupressinées caractérisés. Si on accepte une telle manière de voir, la comparaison des feuilles successives, à partir de la germination, doit s'arrêter avant que se dessine l'altération secondaire imprimée par l'influence du milieu à la plante tout entière et dont la morphologie interne subit le contre-coup.

Les feuilles primordiales des Cupressinées typiques offrent généralement des caractères phyllotaxiques qui leur sont propres : aux deux cotylédons succède une première paire de feuilles opposées, décussées avec eux ; puis vient une série de verticilles quaternés ; enfin le nombre des feuilles du verticille tombe brusquement à deux.

La distribution des stomates, qui sont portés exclusivement par la face supérieure dans le cotylédon, prend, dès les feuilles primordiales, le caractère qu'elle revêt dans les feuilles définitives, lorsqu'ils y sont localisés à la face supérieure (*Juniperus communis*) ou répartis entre les deux faces (*Cupressus*, *Chamaecyparis Lawsoniana*, *Biota orientalis*); on peut voir (*Thuja occidentalis* et *Lobbi*) les stomates se répartir inégalement entre les deux faces dans les toutes premières feuilles, puis émigrer complètement à la face inférieure dans les suivantes.

On assiste, de feuille en feuille, à partir du cotylédon, au développement progressif de l'hypoderme, d'une part, et du tissu de transfusion, de l'autre.

Quant à l'appareil sécréteur, totalement absent du cotylédon, il est représenté, dès les feuilles primordiales, par le canal impair qu'on observe dans les feuilles définitives; mais ce canal prend peu à peu une taille plus considérable et parfois une situation plus profonde.

En résumé, l'existence des feuilles primordiales n'est pas moins constante chez les Cupressinées que chez les Abiétinées. Le pas-

(1) Ph. Van Tieghem : *Sur la structure primaire et les affinités des Pins* (Journal de Botanique, tome v, 1891, p. 282, en note).

sage de la forme primordiale à la forme définitive est caractérisé parfois par une modificaiton phyllotaxique et toujours par une différenciation croissante dans la morphologie interne de la feuille (modifications dans la distribution des stomates et des canaux sécréteurs, développement progressif de l'hypoderme, différenciation dans la structure de la méristèle).

EXPLICATION DE LA PLANCHE 5

Fig. 1. — *Araucaria imbricata*; portion de la coupe transversale d'une feuille caractérisée, faite dans la région moyenne. — *ep.*, épiderme; *st.*, stomate; *hyp.*, hypoderme scléreux; *pal.*, tissu en palissade; *lac.*, tissu lacuneux; *scler.*, sclérite; *secr.*, canal sécréteur; *end.*, endoderme; *f. per.*, fibres péridesmiques; *lib.*, liber; *b.*, bois; *ar.*, tissu aréolé de transfusion.

Fig. 2. — *Araucaria imbricata*; portion de coupe transversale d'une écaille souterraine. — *ep.*, épiderme inférieur; *hyp.*, hypoderme; *sub.*, liège; *par.*, parenchyme; *secr.*, canal sécréteur impair, situé au-dessous de la méristèle.

Fig. 3. — *Araucaria imbricata*; coupe de la méristèle principale d'une petite feuille verte de la première année. — *end.*, endoderme; *perid.*, péridesme; *f. per.*, fibres péridesmiques; *lib.*, liber; *b.*, bois; *ar.*, tissu aréolé de transfusion.

Fig. 4. — Portion de la coupe transversale d'un cotylédon de *Cryptomeria japonica*. — *ep.*, épiderme; *pal.*, assise de cellules palissadiformes; *lac.*, parenchyme lacuneux; *secr.*, canal sécréteur latéral.

Fig. 5. — Coupe transversale d'une des deux premières feuilles de *Chamæcyparis Lawsoniana*. — *ep.*, épiderme; *st.*, stomate; *hyp.*, hypoderme; *pal.*, tissu en palissade; *lac.*, tissu lacuneux; *secr.*, canal sécréteur; *end.*, endoderme; *perid.*, péridesme; *ar.*, tissu aréolé de transfusion; *b*, bois; *lib.*, liber.

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 *(Suite)*.

Graine et Fruit. — F. HEGELMAIER (1) s'est proposé de rechercher quelle était l'orientation des différentes parties de l'embryon par rapport aux régions ovulaires et séminales: ce n'est d'ailleurs pas uniquement sur des graines mûres que ces observations peuvent se faire, car dans beaucoup de cas l'embryon subit des déplacements pendant le développement de la graine. L'auteur s'est d'abord assuré que l'orientation des cotylédons était indépendante de la pesanteur; il a pour cela étudié le développement des graines de certaines Labiées et Crucifères dont il avait déterminé avec exactitude la position dans l'espace. Hegelmaier constate ensuite qu'il n'y a aucune relation entre la disposition des cotylédons et les diamètres principaux du sac embryonnaire; le seul fait qu'il n'y a pas contact entre ces cotylédons et la paroi du sac embryonnaire inclinerait à le faire penser à priori; et cela est vrai non seulement pour les espèces où la coupe transversale du sac embryonnaire est circulaire, mais aussi pour celles où cette coupe est elliptique. Comment s'effectue ultérieurement l'orientation des cotylédons constante par une espèce donnée? Ou bien c'est par l'action de forces extérieures que l'embryon tout entier s'oriente, ou bien cette orientation est due à la rotation de la partie hypocotylée ou encore ce sont les cotylédons qui acquièrent pendant leur croissance leur position définitive. Les *Polygala* et les *Linum* sont des exemples de plantes où l'orientation définitive est déterminée par la torsion des cotylédons, torsion provenant d'une pression inégale des deux côtés de l'endosperme; pour le *Knautia arvensis*, l'auteur admet que l'orientation est due à une torsion de tout l'embryon; il en est de même des *Lamium*. L'auteur examine ces phénomènes de torsion des différentes parties de l'embryon dans un grand nombre de plantes, Solanées, Polygonées, Caryophyllées, Papilionacées, Crucifères, etc.

HABERLANDT (2) étudie la viviparie de *Bruguiera eriopetala*, *Rhizophora mucronata* et *Aegiceras majus* et les questions relatives à la signification de l'endosperme chez ces plantes. Dans un jeune fruit de

(1) F. Hegelmaier : *Ueber Orientirung des Keimes im Angiospermensamen* (Bot. Zeitung, LIII, 1895, p. 143-173).

(2) G. Haberlandt : *Ueber die Ernahrung der Keimlinge und die Bedeutung des Endosperms bei viviparen Mangrovenpflanzen* (Ann. Buitenzorg. XII, 1895, p. 91-116, pl. X-XII).

Bruguiera eriopetala les quatre cotylédons, concrescents à leur base, ont absorbé presque entièrement l'endosperme et sont pressés contre le tégument de la graine; çà et là seulement se trouvent entre eux et ce tégument quelques cellules d'endosperme; par le micropyle largement ouvert l'endosperme fait saillie à la façon d'une arille; quant aux débris de l'endosperme primaire ils deviennent les points de formation d'un endosperme secondaire qui est constitué par des suçoirs pluricellulaires qui pénètrent dans le tissu du tégument. A l'époque où l'endosperme primaire est réduit à quelques cellules isolées, les faces dorsales des cotylédons fonctionnent comme organes d'absorption; leurs cellules sont allongées, riches en protoplasma et possèdent un gros noyau; elles sécrètent un ferment digestif. Cette fonction d'absorption reprend lorsque l'endosperme primaire formant arille a possédé, en outre de son rôle d'absorption, une fonction mécanique, celle de frayer un passage à l'embryon à travers le fruit et le calice.

Les phénomènes sont assez comparables chez l'*Aegiceras majus*; dans le *Rhizophora mucronata* il n'y a pas formation de suçoir aux dépens de l'endosperme qui entoure tout l'embryon et la fonction nourricière de l'endosperme y est très réduite par rapport aux deux espèces précédentes.

E. Huth (1) s'occupe des phénomènes morphologiques présentés par les fruits et rentrant dans l'ordre de l'hétéroméricarpie; celle-ci consiste dans les différenciations particulières prises par les diverses parties d'un même fruit; c'est ainsi que chez le *Turgenia heterocarpa* la moitié externe du fruit présente de deux à quatre aiguillons qui n'existent pas sur la moitié interne de ce fruit. Ces phénomènes s'observent souvent chez les Ombellifères, plus rarement chez les Crucifères. L'anisocarpie se rencontre chez une Papavéracée de Chine, le *Macleya cordata*, dont il existe deux sortes d'individus, en tout semblables par tous leurs autres caractères, mais portant des fruits très différents.

M. Grélot (2) s'est attaché à l'étude de la nervation des carpelles chez les Gamopétales bicarpellées de Bentham et Hooker, et a recherché en particulier les rapports qui existent entre les faisceaux dorsaux et placentaires; sa communication se rapporte à des résultats préliminaires qui sont développés dans un mémoire plus récent, dont l'analyse trouvera sa place dans la prochaine Revue.

S. Schwere (3) a étudié en détail le développement de la graine et du fruit du *Taraxacum officinale*; après avoir résumé d'abord l'état de nos connaissances sur l'embryogénie des Angiospermes, il expose les

(1) E. Huth : *Heteromericarpie und ähnliche Erscheinungen der Fruchtbildung* (Abhandl. u. Vorträge aus d. Ges. d. Naturwiss., IV, 1895, 32 p.).

(2) P. Grélot : *Recherches sur la nervation carpellaire chez les Gamopétales bicarpellées de Bentham et Hooker* (C. R. Acad. d. Sc. CXXII, 1896, p. 1144).

(3) Siegfried Schwere : *Zur Entwickelungsgeschichte der Frucht von Taraxacum officinale* (Flora, LXXXII, 1896, p. 32-66, pl. II-V).

résultats de ses recherches relatives au développement du sac embryonnaire, de l'embryon, à la digestion de l'albumen, à la formation du péricarpe.

L'auteur a souvent observé la présence de deux ovules dans un même ovaire; ils se distinguent ordinairement par la taille, mais peuvent être tous deux bien constitués; dans tous les cas un seul arrive à se transformer en graine; il a de même rencontré un cas où dans un même ovule se développaient deux sacs embryonnaires, chacun avec un embryon normalement développé et au stade où apparaissent les cotylédons.

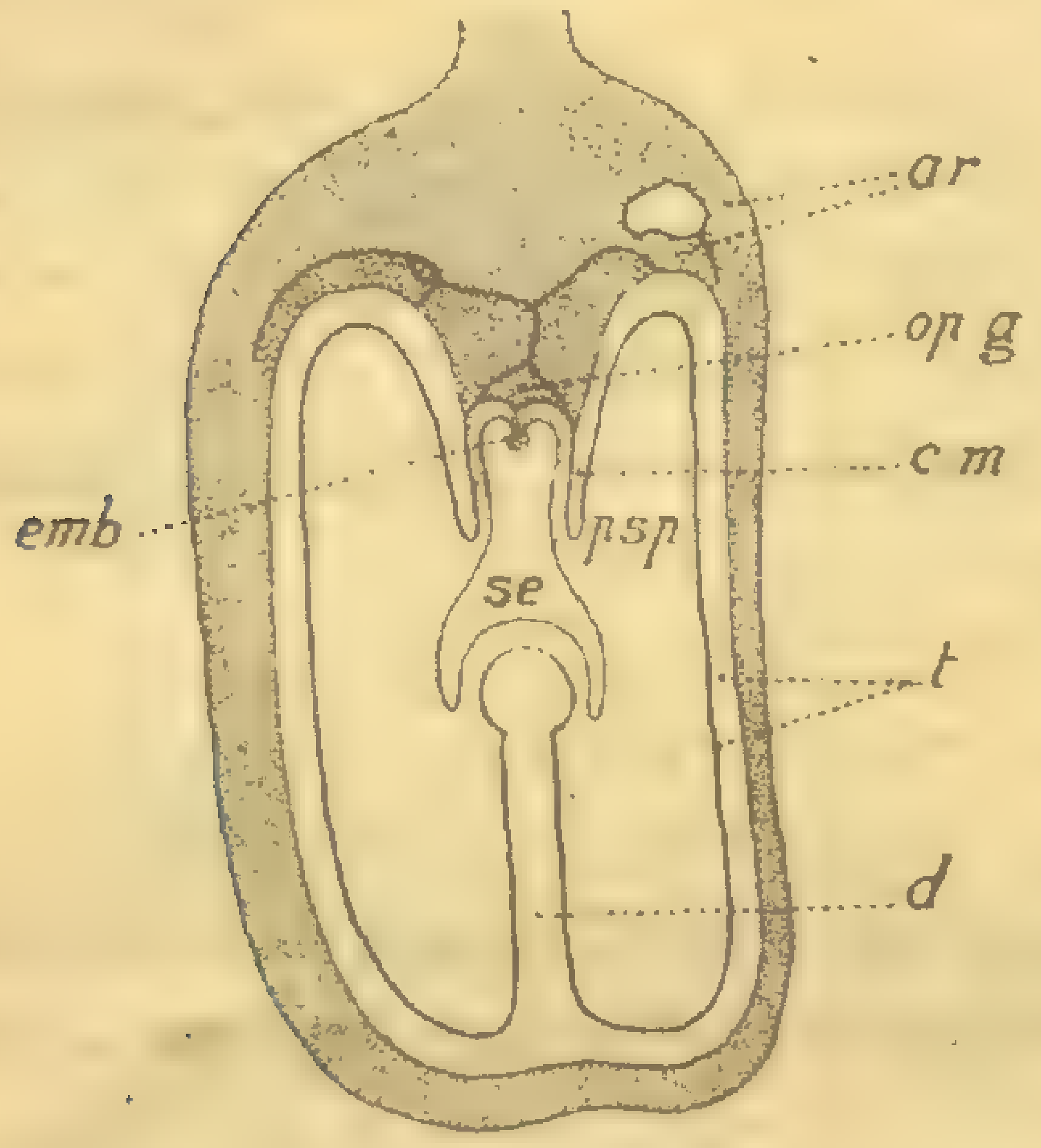
Dans l'ovule anatrope unitégumenté se trouve un sac embryonnaire allongé, renflé dans son milieu et terminé par un prolongement rétréci; les cellules du nucelle bordant le sac embryonnaire sont très caractéristiques; elles sont cubiques et leur contenu se colore très fortement, en particulier à l'hématoxyline; c'est pour l'auteur une formation entièrement comparable à l'assise interne du tégument qu'Hegelmaier a décrite chez l'*Helianthus* sous le nom d'endoderme. Il est difficile d'observer avec précision les cellules antipodes situées dans l'extrémité du prolongement du sac embryonnaire, à cause de la nature spéciale des cellules bordant ce sac, cependant l'auteur a pu s'assurer qu'elles sont variables quant à leur disposition, leurs dimensions et leur forme, mais qu'elles sont toujours au nombre de trois; il se demande si Hegelmaier n'a pas confondu les cellules antipodes avec le tissu environnant, quand il dit que chez le *Taraxacum Dens-Leonis* il existe un groupe de cellules antipodes formant un tissu parenchymateux.

Après la fécondation l'œuf grossit beaucoup, devient sphérique et s'entoure d'une membrane nettement reconnaissable. Schwere a observé un cas très net de fécondation d'une cellule synergide accompagnant la formation d'un œuf aux dépens de l'oosphère; c'est le premier cas observé chez les Dicotylédones. Il décrit ensuite la segmentation de l'œuf dont il suit le développement dans tous ses détails, jusqu'à la formation de l'embryon complètement constitué, puis la résorption de l'endosperme et des assises internes du tégument, à l'exception des deux ou trois qui prendront des caractères spéciaux pour devenir le tégument de la graine.

Les particularités très frappantes présentées par le *Canna* ont amené J. E. Humphrey (1) à comparer les diverses Scitaminées au point de vue du développement de leur graine; ces plantes forment un groupe assez homogène, comprenant les Cannacées, les Marantacées, les Zingibéracées et les Musacées, et assez isolé au milieu des Monocotylédones.

(1) J. E. Humphrey : *The Development of the Seed in the Scitamineæ* (Ann. of Bot. X, 1896, 40 p. pl. I-IV).

Toutes les espèces étudiées, sauf les *Canna*, présentent une oblitération du tégument interne tout à fait semblable à celle qui apparaît dans beaucoup d'autres plantes à ovules bitégumentés. Excepté dans le *Canna* et l'*Heliconia*, dont le développement est modifié par des faits aberrants, le tégument externe de l'ovule donne naissance à la plus grande partie du testa de la graine; comme dans la règle, des cellules de l'épiderme inter-



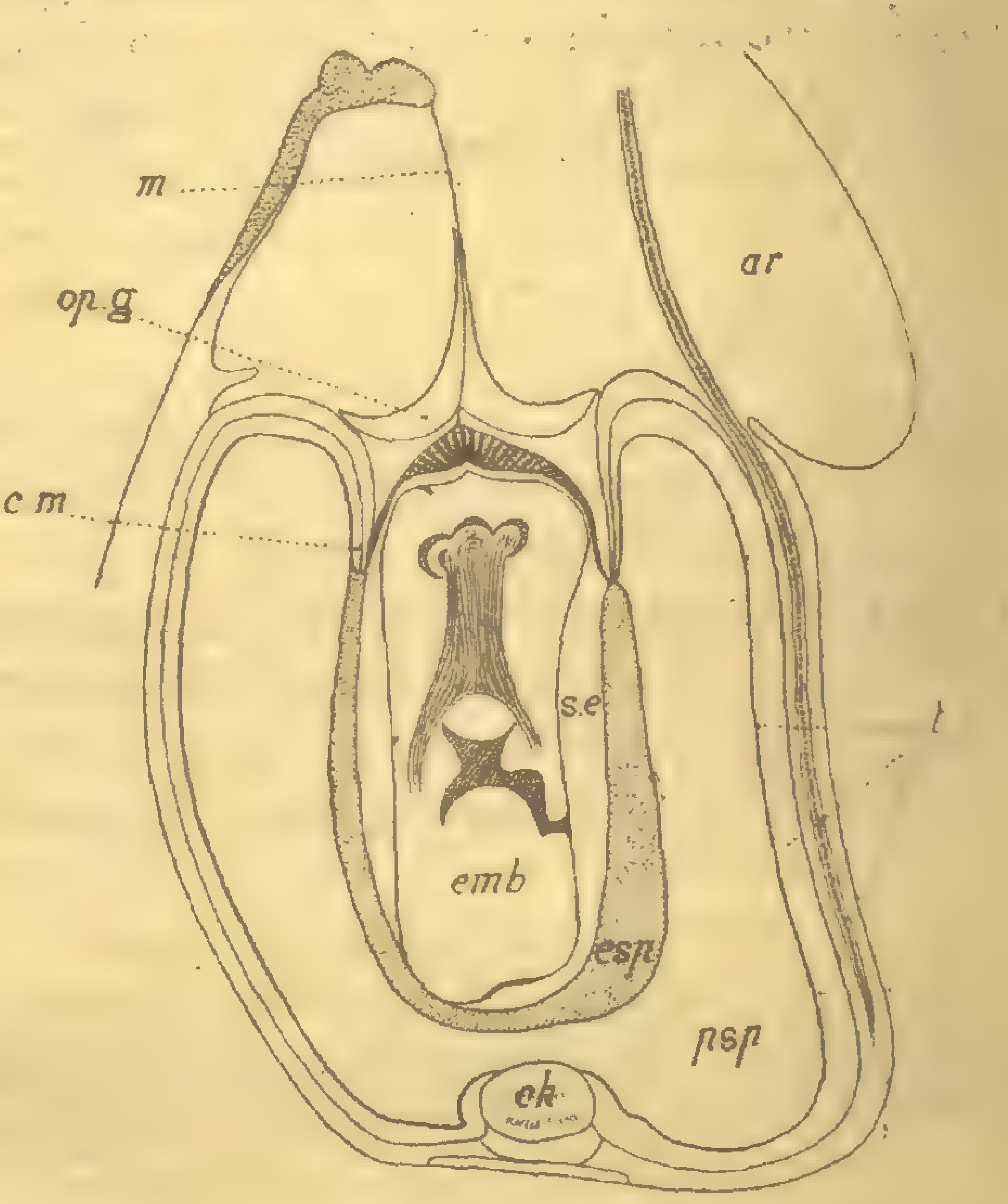


Fig. 42. — A gauche, jeune graine d'*Alpinia mutica* (G = 5); *op. g.* opercule germinatif; *c. m.* collier micropylaire; *d.* diaphragme; *emb.* embryon; *ar.* arille; *psp.* périsperme; *t.* tégument. A droite, jeune graine de *Costus sp.* (G = 20): mêmes lettres que précédemment et *m.* micropyle; *esp.* endosperme; *ch.* chalaze.

ne et de l'épiderme externe se développent d'une manière complémentaire; dans le *Canna* et le *Musa* l'épiderme externe forme une assise palissadique très épaisse, l'interne n'est pas spécialement développé; dans les Zingibéracées, c'est au contraire le tégument interne qui est très différencié; enfin dans les Marantacées et le *Strelitzia*, chaque épiderme est moyennement développé.

Le collier micropylaire et l'opercule germinatif semblent vraiment être des formations caractéristiques des Scitaminées; le seul exemple de leur absence parmi ces plantes est celui du *Strelitzia*.

(*A suivre*). M. MOLLIARD.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

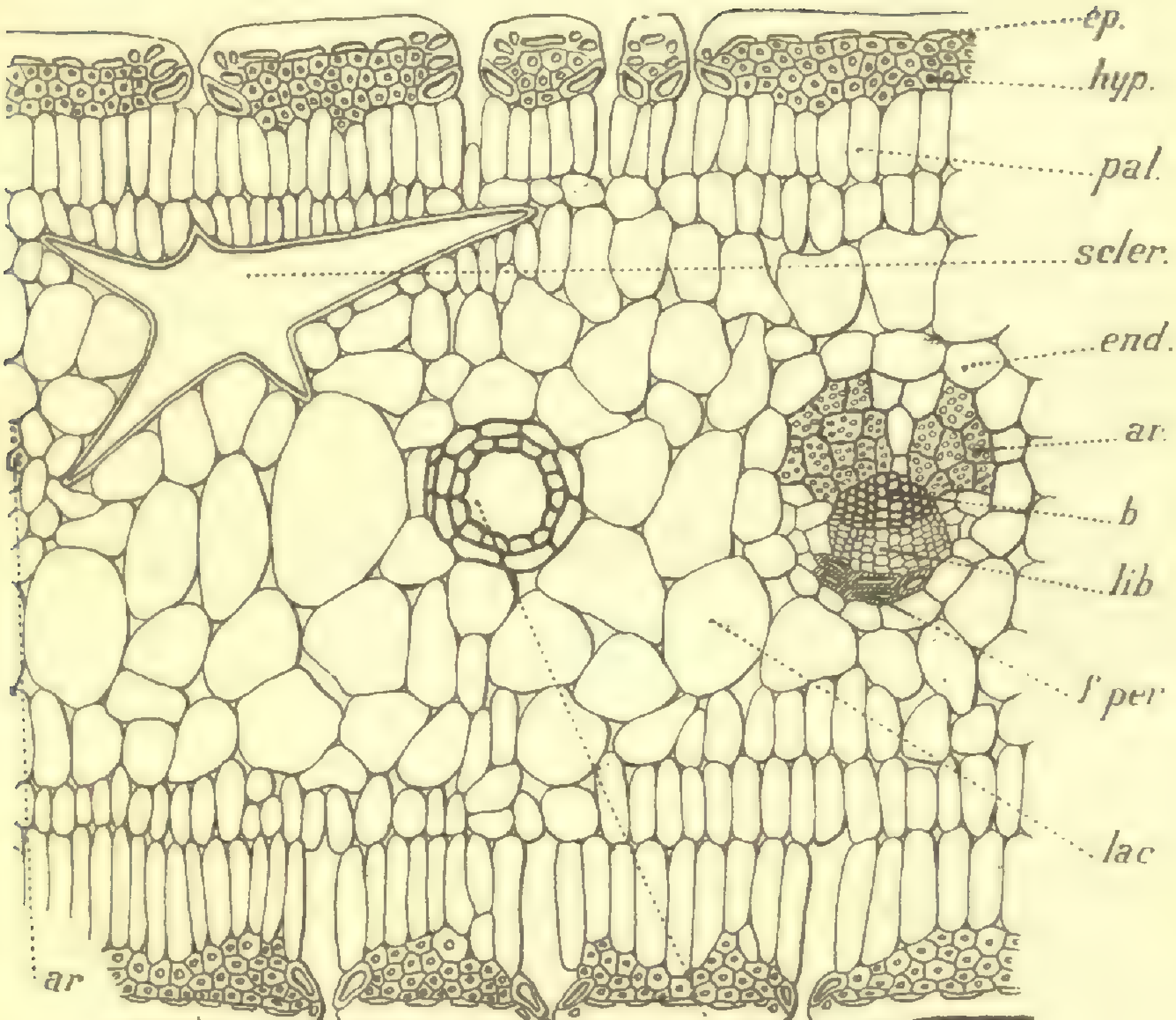


Fig. 1

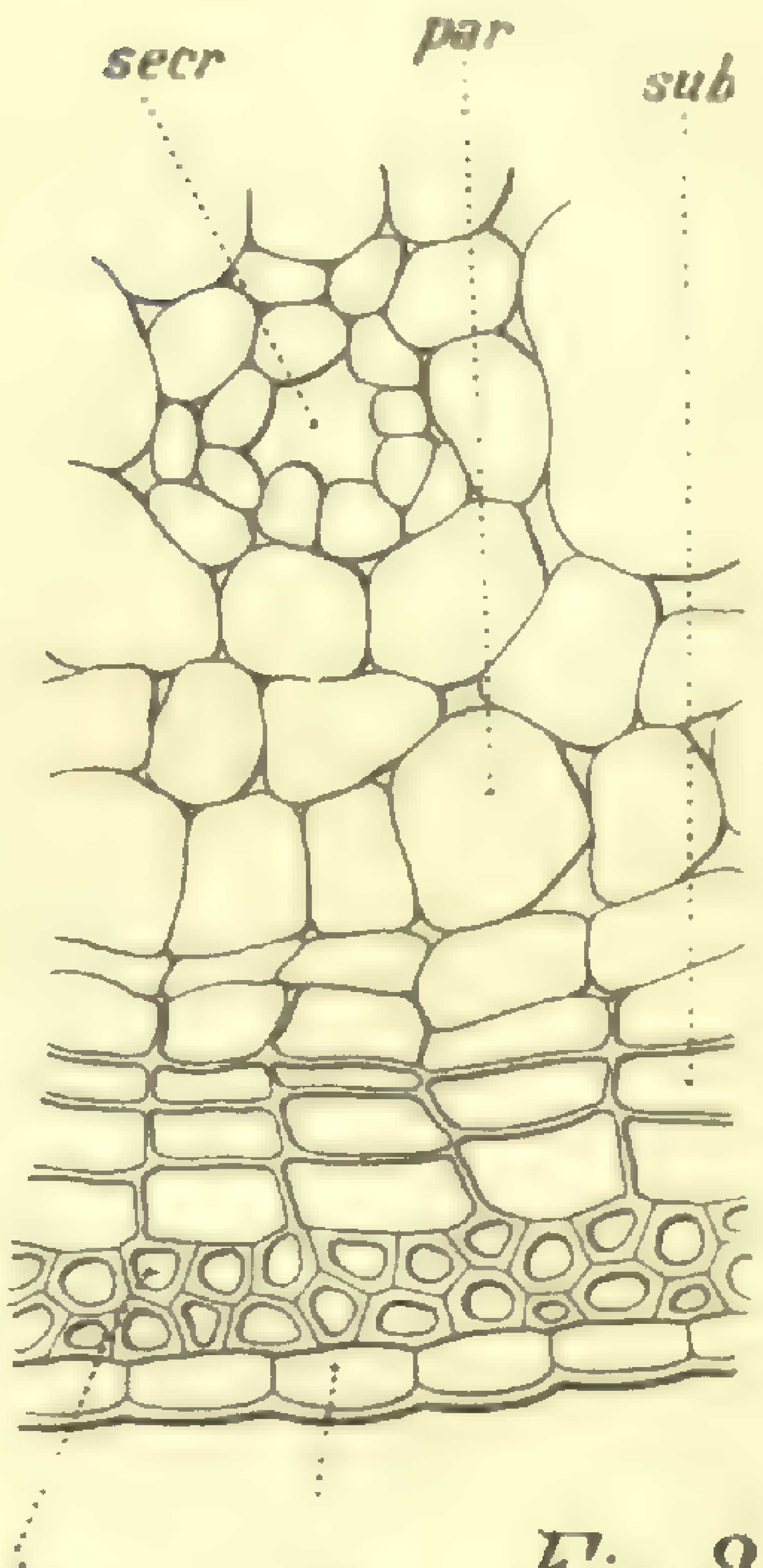


Fig. 2

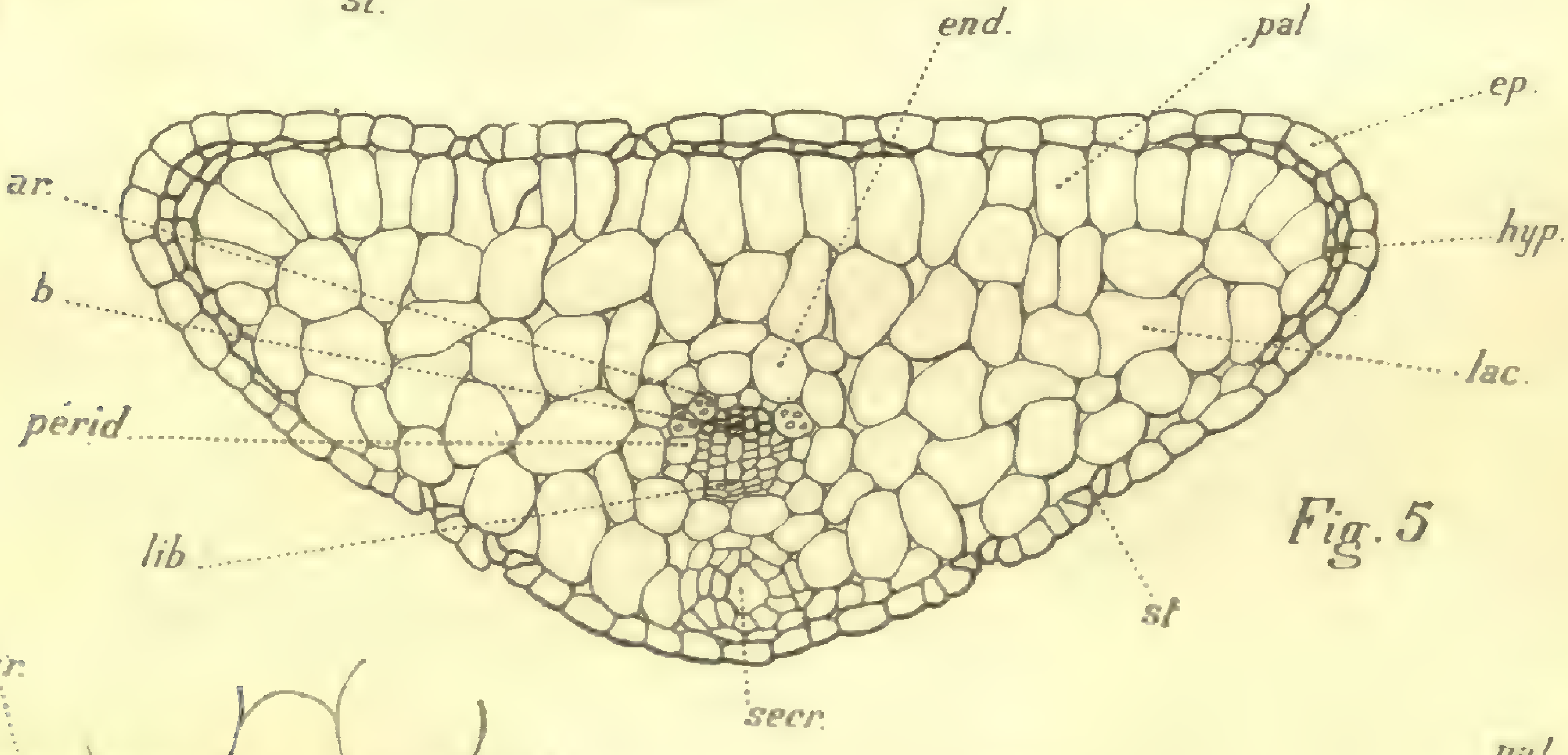


Fig. 5

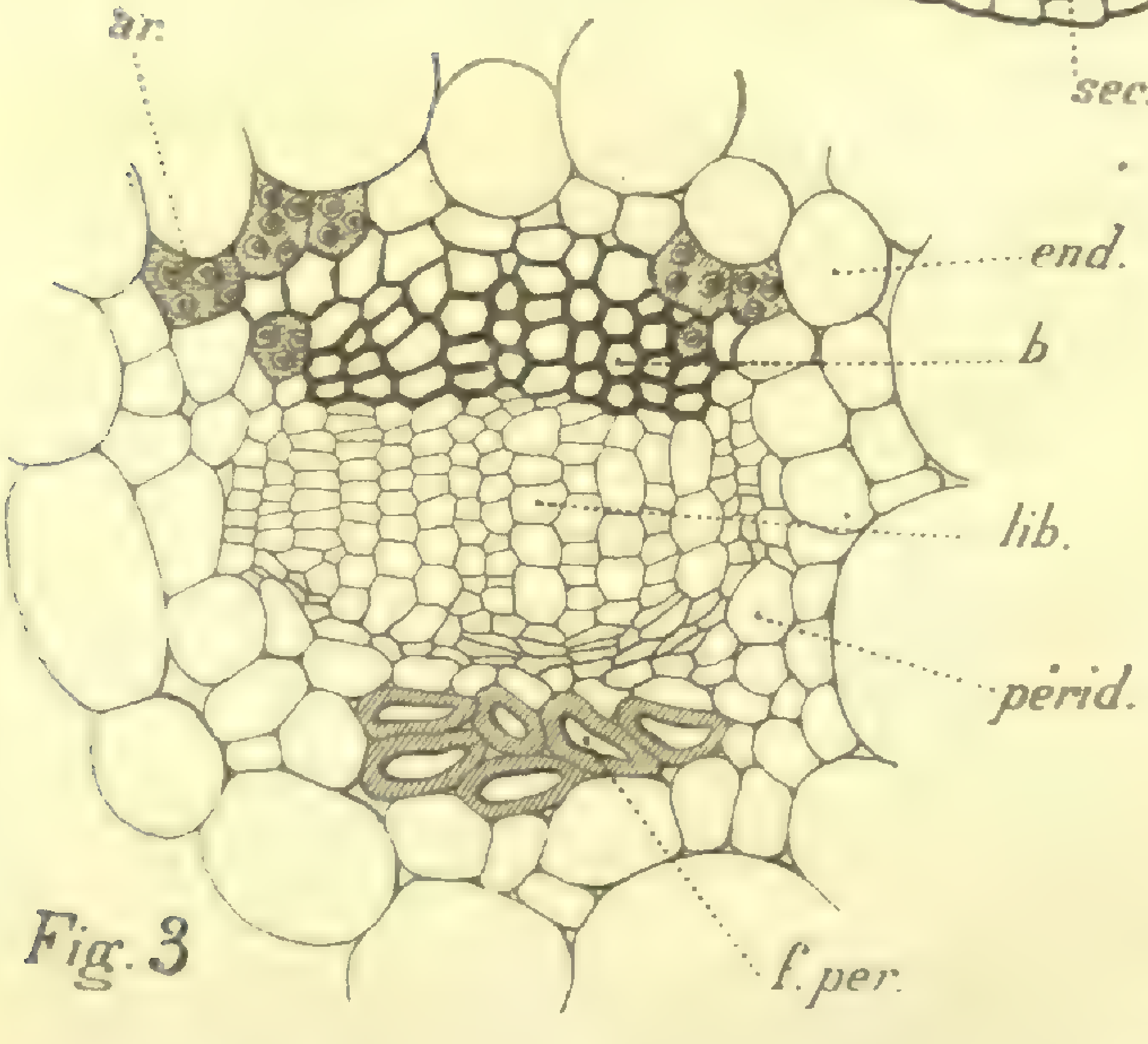


Fig. 3

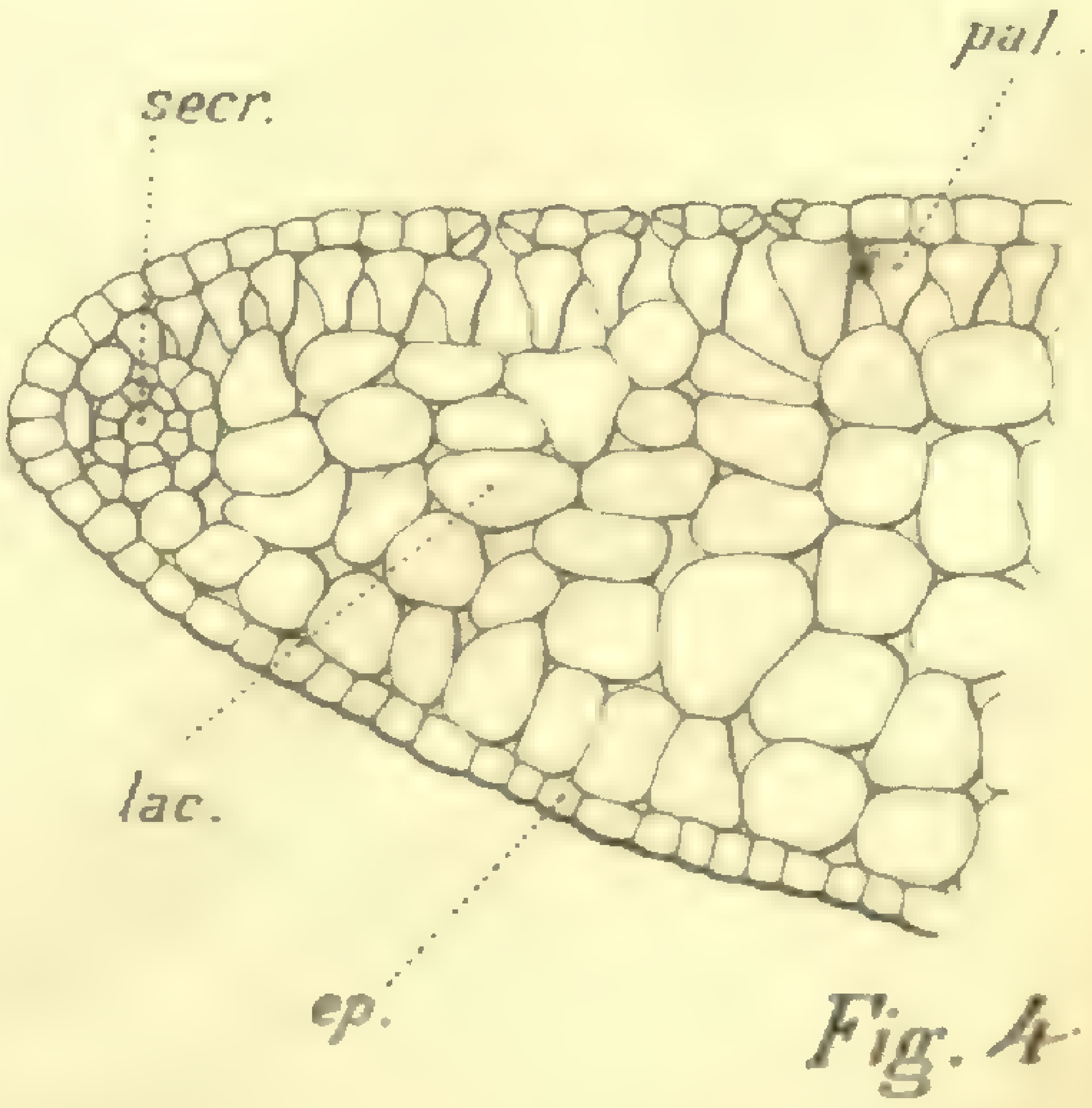


Fig. 4

Aug. Daguillon del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Araucaria imbricata; Cryptomeria japonica; Chamæcyparis Lawsoniana.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

Fr. VOLLMANN : *Denkschriften der Kgl. botanischen Gesellschaft in Regensburg* (VII Band. Neue Folge. I Band; Regensburg, 1898).

J. C. BOERLAGE : *Catalogus plantarum phanerogamum quae in horto botanico Bogoriensis coluntur herbaceis exceptis*. Fasciculus I. Ranunculaceae-Polygalaceae. (Bataviae, 1899).

J. REINKE : *Gedanken über das Wesen der Organisation* (Biologischen Centralblatt, Februar 1899 (Leipzig).

A. PAILLIEUX et D. BOIS : *Le potager d'un curieux. Histoire, culture et usages de 250 plantes comestibles peu connues ou inconnues* (Troisième édition entièrement refondue). Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob.

D. T. MACDOUGAL : *Symbiotic Saprophytism* (Annals of Botany, March 1899, London).

F. C. NEWCOMBE : *Cellulose-Enzymes* (Ibid.).

H. STURCH : *Harveyella mirabilis* (Ibid.).

E. S. SALMON : *On the Genus Fissidens* (Ibid.).

A. H. TROW : *Observations on the Biology and Cytology of a new variety of Achlya americana* (Ibid.).

Ed. JANCZEWSKI : *Dimorphisme de la poire* (en Polonais) (Krakowie, 1899).

W. HUNGER : *Ueber die funktion der oberflæchlichen Schleimbildungen in pflanzenreiche* (Leiden, 1899).

S. NAWASCHINE : *Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei Lilium Martagon und Fritillaria tenella* (Bull. de l'Academ. imp. des Sc. de Saint-Pétersbourg, Novembre 1898).

B. JÖNSSON et F. OLIN : *Der Fettgehalt der Moose* (Acta universitatis Lundensis, XXXIV, 1898, Lund).

Sv. MURBECK : *Contributions a la connaissance des Primulacées, Labiées de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie* (Ibid.).

F. L. STEVENS : *The effect of aqueouis solutions upon the germination of Fungus spores* (Botanical Gazette, Décembre 1898, Chicago).

O. W. CALDWELL : *The life-history of Lemna minor* (Ibid.).

E. LAURENT : *Recherches experimentales sur les maladies des plantes* (Annales de l'Institut Pasteur, Décembre 1898).

B. HRYNIEWIECKI : *Die flora des Urals* (Naturfoscher-Gesellschaft bei der Univers. Jurjew).

C. STEINBRINCK : *Ueber den hygroskopischen Mechanismus von Staubbenteln und Pflanzenhaaren* (Berlin).

V. DEINEGA : *Beiträge zur kenntniss der Entwickelungsgeschichte des Blattes und der Anlage der Gefassbündel* (Flora oder Allg. bot. Zeitung, 1898).

L. KNY : *Ueber den Ort der Nahrstoff-Aufnahme durch die Wurzel* (Deutschen Bot. Gesellschaft, Jahrgang 1898).

— *Ein Versuch zur Blattstellungs-Lehre* (Ibid.).

J. WIESNER : *Ueber die Formen der Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke* (Biologischen Centralblatt, Januar 1899, Leipzig).

325 — *Lille. — Imp. LE BIGOT frères.*

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIEME

Livraison du 15 Juin 1899

N° 126

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

1899

LIVRAISON DU 15 JUIN 1899

I. — SUR LA GALLE DE L'*AULAX PAPAVERIS* PERS. (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** 209

II. — LE PROFESSEUR WILLIAM NYLANDER, par **M. A. Boistel** 218

III. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896 (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** *(suite)* 238

Cette livraison renferme en outre onze gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LA GALLE

DE L'*AULAX PAPAVERIS* Pers.

par M. Marin MOLLIARD

Le *Papaver Rhaeas* L. et le *Papaver dubium* L. ont souvent leurs capsules déformées par les larves de l'*Aulax Papaveris* Pers. ; on trouve alors toute la cavité de la capsule renflée occupée par un tissu compact, dur, au milieu duquel s'observent des loges où sont établies les larves ; les échantillons qui m'ont permis de faire l'étude de cette galle, qui présente quelques particularités dignes de fixer l'attention, ont été récoltés à Fontainebleau et à Hastière (Belgique) sur le *Papaver dubium*.

Caractères des galles adultes

Les capsules attaquées, considérées à leur état complet de développement, contenant des nymphes, ne sont pas sensiblement plus longues que les capsules normales (environ 25^{mm}) ; mais alors que ces dernières ont une forme élancée, et ne mesurent pas plus de 7^{mm} dans leur plus grande largeur, les capsules qui contiennent des larves d'*Aulax* acquièrent une forme plus ou moins ovoïde et ont en moyenne 25^{mm} de diamètre transversal dans leur largeur maxima ; au centre de ces galles on observe un tissu semblable à du tissu médullaire, résistant, blanc, dans lequel se trouve un nombre assez variable, mais souvent compris entre 20 et 30, de loges ellipsoïdales, mesurant 2^{mm} dans leur plus grand diamètre, $1^{mm}5$ dans leur plus faible ; la paroi de ces loges est lisse, brillante et de couleur brunâtre.

Vers l'intérieur de ce tissu central il est assez aisé de reconnaître les limites des placentas qui sont très hypertrophiés, mais à une faible distance de la région externe il est impossible, à l'œil nu ou à la loupe, de distinguer leur délimitation, si bien que l'examen

superficiel de l'état adulte de cette galle ne permet pas de déterminer la position des loges par rapport aux différentes lames placentaires normales. Il est de plus absolument impossible de provoquer mécaniquement la séparation de ces différents placentas hypertrophiés, même sur une coupe pratiquée transversalement ; le tissu gallaire se comporte absolument comme s'il provenait d'un organe primitivement unique.

Fig. 43 à 46. — Capsules de *Papaver dubium* ; 1, capsule saine ; 2, capsule entièrement déformée par les larves d'*Aulax Papaveris* ; 3, capsule parasitée dans sa partie inférieure ; 4, dans sa partie supérieure. Le pédoncule de la capsule 4 est enroulé par suite de la présence du *Peronospora arborescens* (Gr. nat.).

Entre la zone externe des placentas et la paroi de l'ovaire on reconnaît un faible espace où on rencontre quelques graines plus ou moins complètement atrophiées.

Fig. 47 et 48. — A, coupe transversale d'une capsule parasitée ; B, une capsule fendue longitudinalement par suite de l'hypertrophie des tissus internes (Gr. nat.).

Souvent l'hypertrophie considérable des tissus internes fait éclater la paroi du fruit ; celui-ci se fend souvent jusque vers son axe, mettant à nu certaines loges du parasite ; le long de la fente de la paroi s'écoule alors du latex qui s'étend et se dessèche à la surface de cette paroi en formant un enduit noir (fig. 48).

A côté de la forme ordinaire ovoïde de la galle on en rencontre de moins régulières ; les unes sont renflées uniquement vers l'une

de leurs extrémités, les larves n'existant qu'à la partie inférieure ou à la partie supérieure de l'ovaire ; d'autres correspondent à des parasites développés d'un seul côté de la capsule, d'où la forme arquée de celle-ci avec renflement unilatéral. Dans ces différents cas, où les larves n'occupent pas toute l'étendue de la capsule, il s'est formé des graines bien constituées dans les régions non parasitées.

Développement de la galle

On sait que dans l'ovaire jeune normal des *Papaver* les carpelles offrent une placentation pariétale et que les placentas sont très développés, sous forme de larges lames radiales ; il y a lieu de se demander comment ces placentas font place, sous l'influence des œufs déposés dans la capsule, à la masse compacte constituant la galle pluriloculaire qui nous occupe. Seule l'étude du développement peut nous renseigner à cet égard, et elle nous a conduit à reconnaître pour cette cécidie un mode de formation qui diffère sensiblement de ce qu'on a l'habitude d'observer pour la plupart des *Aulax*, qui pondent leur œufs à l'intérieur d'une tige (*Aulax Hieracii* Bouché) ou d'une feuille (*Aulax Glechomæ* Hart.), c'est-à-dire d'un tissu compact dès le début dont ils déterminent l'hypertrophie ; malgré cela, considérée à l'état adulte, cette cécidie offre les mêmes caractères généraux que celles des autres espèces du genre *Aulax*.

Les œufs sont déposés par la tarière de la femelle à l'intérieur des ovaires (aux points où la capsule a été perforée on observe un point noir correspondant à la sécrétion de latex), au moment où la fleur est ouverte, c'est-à-dire à une époque où les différents placentas se touchent presque, ou du moins ne laissent entre eux que l'espace occupé par les ovules ; dans les ovaires qui restent sains ces sortes de cloisons incomplètes se développent moins que la paroi externe de l'ovaire ; elles s'écartent par suite les unes des autres, en même temps que leur bord interne s'éloigne de l'axe.

Les œufs déposés *à la surface* des lames placentaires déterminent par leur présence, et très vraisemblablement par la sécrétion d'un liquide spécial, l'hypertrophie locale du tissu parenchymateux constituant cette lame ; il se produit une division active et dans tous les sens des cellules et par suite l'épaississement du placenta dans la région considérée ; aussi celui-ci ne tarde pas à venir en contact avec

la lame placentaire voisine ; la jeune larve est donc bientôt comprise entre deux placentas et l'action cécidiogène s'étend à la seconde lame ; nous avons ainsi le début d'une loge formée aux dépens de deux organes voisins, parfaitement distincts au début, et qui s'accolent étroitement par suite de leur hypertrophie (fig. 51, l_2).

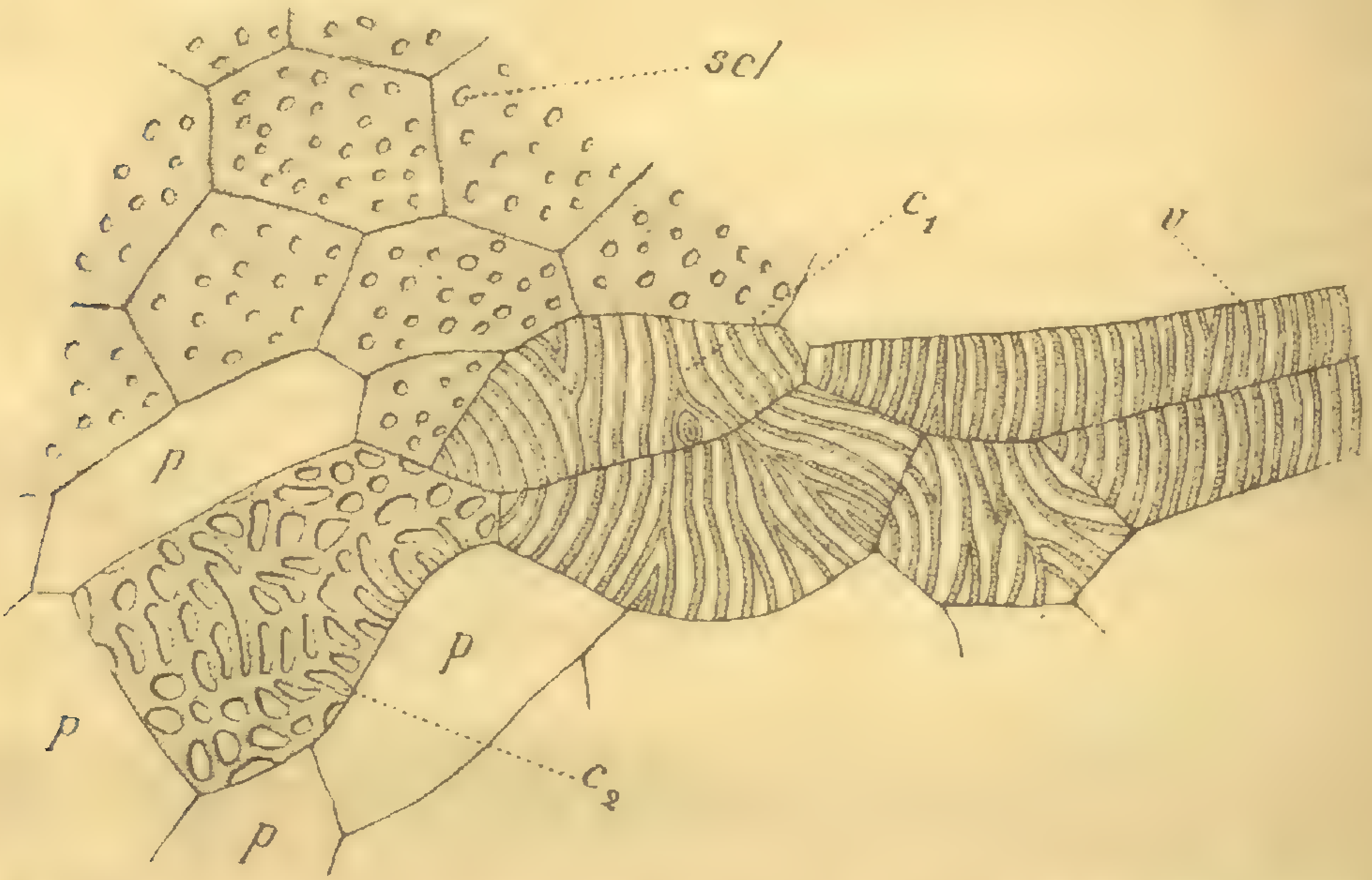


Fig. 49. — Portion de l'extrémité d'un faisceau ligneux dont les vaisseaux *v* sont mis en relation avec la zone de sclérenchyme (*scl.*) entourant la cavité larvaire par des cellules c_1, c_2, dont la structure est intermédiaire à celle de ces deux éléments ; *p*, cellules de parenchyme.

On comprend aisément que, de la même manière, 3 ou même 4 lames placentaires peuvent concourir à la constitution d'une loge larvaire, si l'œuf correspondant se développe assez près du bord interne d'une de ces lames ; c'est en effet ce qui arrive pour les loges les plus centrales de cette galle (fig. 51, l_3, l_4). Dans tous les cas, le tissu qui est au contact de la larve ne tarde pas à se différencier ; les assises de cellules qui sont au contact de la larve acquièrent un protoplasma très dense, granuleux ; il se constitue ainsi, tapissant la cavité occupée par la larve, un tissu nourricier de celle-ci et pendant une *première phase* du développement il n'existe en dehors de cette zone nourricière que des cellules parenchymateuses, semblables dans toute l'étendue des lames hypertrophiées, seulement plus petites dans la région qui entoure le tissu nourricier,

Dans une *seconde phase* du développement de la galle, le parenchyme qui est situé contre la zone nourricière commence à se

sclérifier, à une époque où la larve a déjà atteint, ou peu s'en faut, sa taille définitive ; de sorte qu'à ce stade on distingue de la loge vers la périphérie, les trois régions suivantes :

1° Le *tissu nourricier* constitué par 6 à 8 assises de cellules, ayant dans toutes les directions un diamètre d'environ 45 μ ; leur noyau mesure en moyenne 13 μ et présente deux gros nucléoles ; ces cellules se colorent fortement en brun acajou par l'iode ; ce réactif rend de plus apparents la présence de grains d'amidon qui sont surtout nombreux dans les assises les plus externes de ce tissu, diminuant au fur et à mesure que les cellules sont plus proches de la cavité larvaire.

2° Un *anneau de sclérenchyme* constitué par des cellules à parois épaissies, lignifiées, à ponctuations nombreuses ; leur protoplasma est réduit et leur noyau, qui mesure 3 : 10 μ prend les colorants d'une

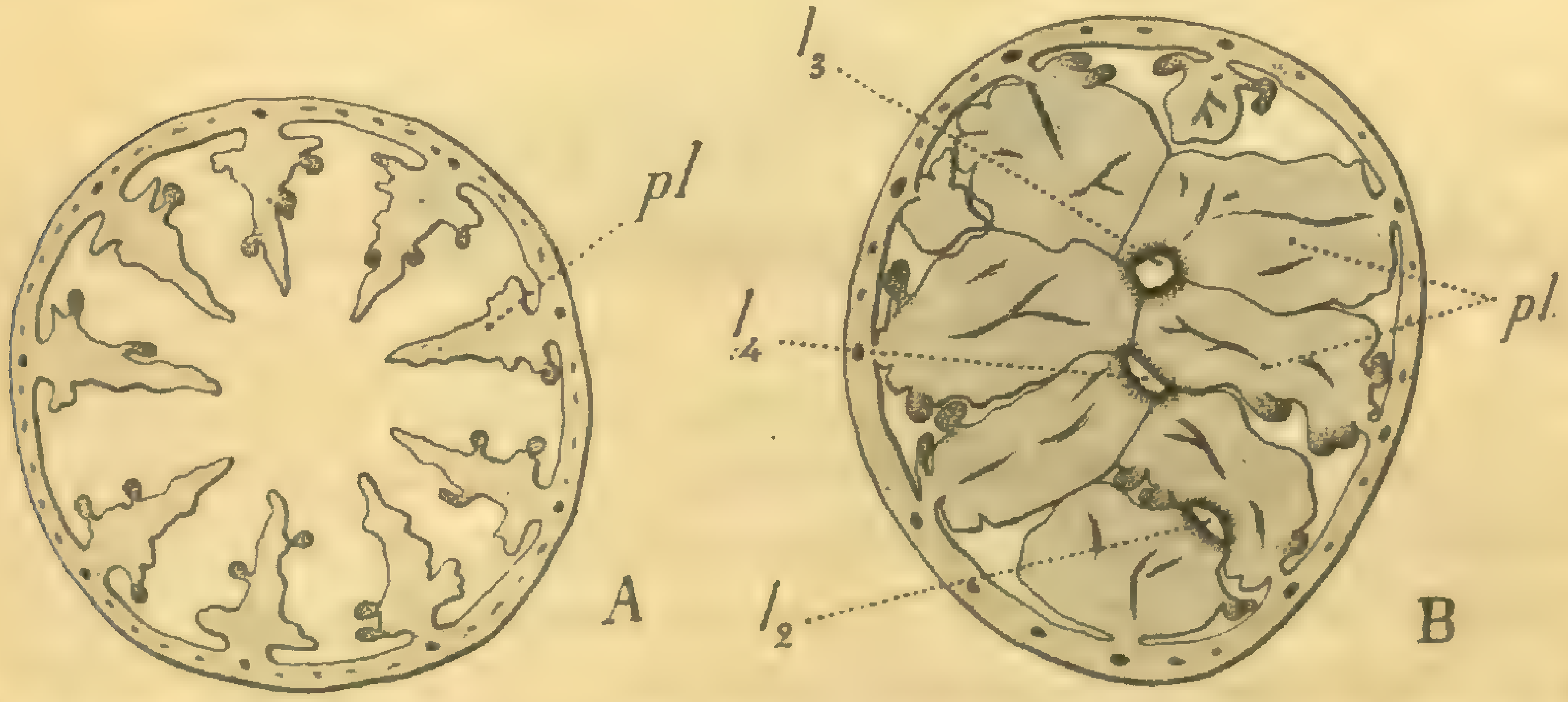


Fig. 50 et 51. — Coupes transversales de capsules de *Papaver dubium* saine (A) et parasitée (B) ; *pl*, lames placentaires ; l^2, l^3, l^4, loges larvaires délimitées par 2, 3, 4 lames placentaires voisines (Gr. = 5).

manière homogène ; ces cellules s'acheminent à l'état de cellules mortes. Les faisceaux libéro-ligneux des lames placentaires viennent se terminer à la périphérie de cette zone ; les vaisseaux du bois sont en relation avec les cellules de l'anneau de sclérenchyme par l'intermédiaire de cellules dont la structure offre toutes les transitions entre celle des vaisseaux et celle des cellules sclérifiées ordinaires. Le sclérenchyme joue très vraisemblablement dans cette seconde phase le rôle de tissu de transfusion. Au début de sa formation on s'aperçoit assez facilement du fait que la cavité gallaire se trouve entre deux ou plusieurs lames placentaires à ce fait que

la lignification ne s'opère pas toujours avec la même rapidité dans ces différentes lames ; les coupes colorées au vert d'iode laissent aussi apercevoir, à la limite des deux épidermes étroitement accolés, une sorte de faille existant dans la zone colorée.

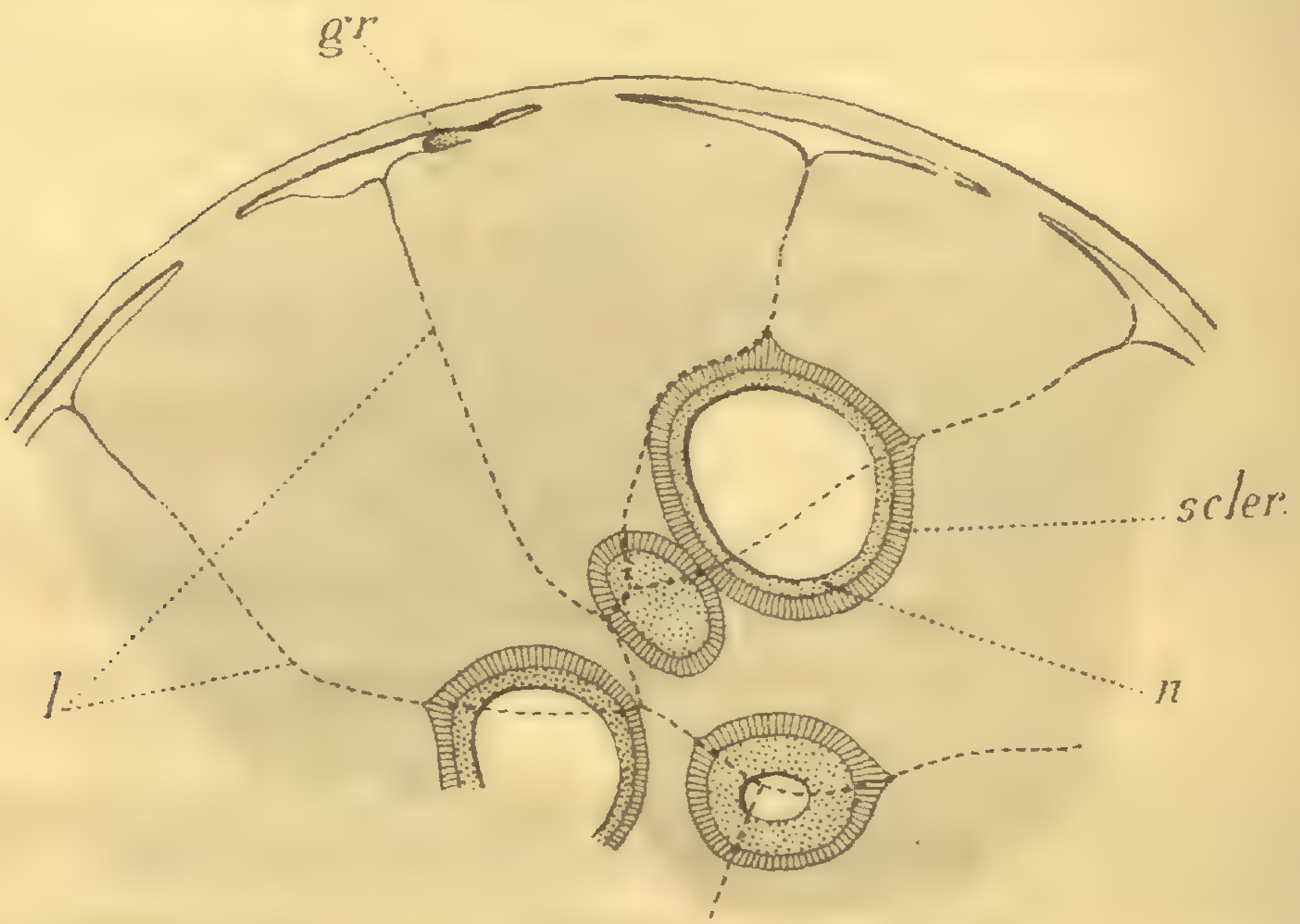


Fig. 52. — Coupe transversale d'une galle adulte ; *l*, limite des lames placentaires ; *n*, zone nourricière ; *sclér*, zone sclérenchymateuse ; *gr*, graine.

3° Le reste des placentas garde la structure de *parenchyme* ; ses cellules sont relativement très grandes (150 : 250 μ) ainsi que leur noyau (30 μ) qui présente ordinairement un seul nucléole.

Dans une *troisième phase*, qui correspond à la nymphose de la larve, la sclérification augmente beaucoup et s'étend à tout ce parenchyme ; à ce moment à peu près tout le tissu nourricier a été utilisé par la larve ; ce qui en reste se dessèche et forme la couche brillante et brune qui tapisse l'intérieur de la loge ; l'anneau de sclérenchyme est devenu uniquement un tissu de protection : toutes les cellules sont mortes à cette phase et la nymphe est entourée par une zone régulière, très fortement sclérifiée, dont les parois cellulaires mesurent en moyenne 12 μ d'épaisseur, tout le reste du parenchyme restant à parois beaucoup moins épaisses (3 μ) et moins énergiquement lignifiées.

A ce moment on peut suivre encore aisément la limite de deux

placentas voisins vers leur région externe, mais lorsqu'on arrive au voisinage des loges on ne peut s'en rendre compte que par un examen attentif, basé sur ce fait que les parois externes des cellules épidermiques accolées sont dépourvues des ponctuations qui sont si nombreuses sur toutes les autres parois de ce tissu sclérifié ; les parois externes des cellules épidermiques sont aussi un peu plus épaisses que les autres, elle présentent une coloration un peu plus jaune lorsqu'on les examine sur une coupe qui n'a subi l'action d'aucun réactif ; elles sont encore moins fortement colorées par la phloroglucine et l'acide chlorhydrique, ce qui indique une lignification moins intense.

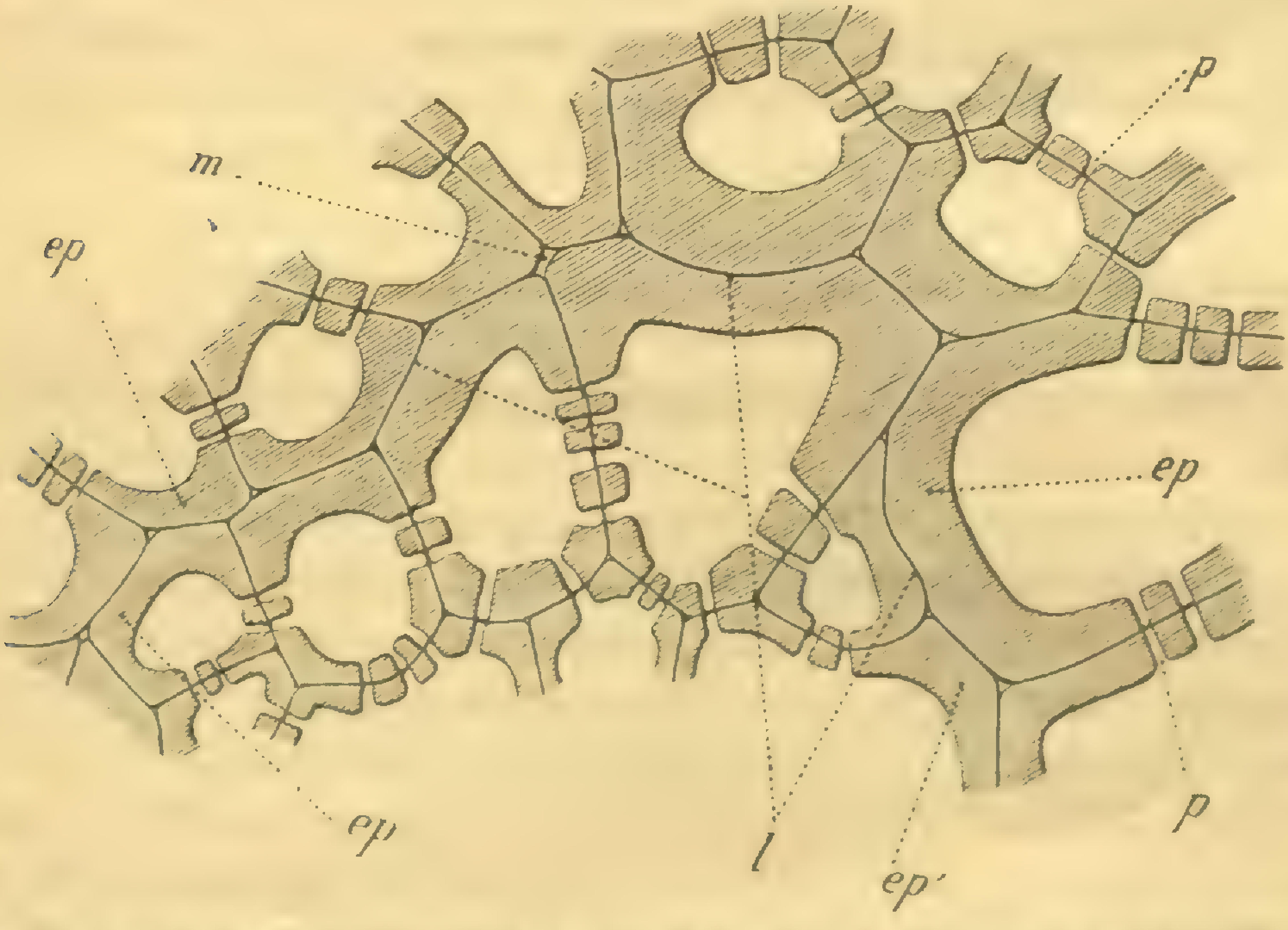


Fig. 53. — Région correspondant à la limite de deux lames placentaires accolées ; *ep*, *ep'*, parois externes des deux épidermes ; *l*, leur limite ; *m*, méat existant entre les deux épidermes ; *p*, ponctuations qui font défaut dans la paroi externe des épidermes.

Lorsque toutes les lames placentaires ont subi l'hypertrophie qui amène la constitution de la cécidie la plupart des ovules subissent une atrophie complète ; on reconnaît leur présence de place en place entre les parois accolées ; ils se dessèchent sans prendre de caractères particuliers, sauf le cas où le funicule prend part aux phénomènes d'hypertrophie qui intéressent le placenta. Seuls les ovules qui s'insèrent tout à fait au point de réunion des

placentas avec la paroi externe de l'ovaire prennent un développement plus considérable, évoluent en graines le plus souvent aplaties entre le placenta et la paroi du fruit, et réduites à leur tégument ; quelques-unes cependant arrivent à leur constitution normale et peuvent germer, comme c'est le cas général pour les graines qui s'insèrent sur les régions des placentas qui ne prennent pas part, comme il arrive dans certains cas signalés plus haut, à la formation de la cécidie qui nous occupe.

La paroi du fruit obligée de suivre l'accroissement des tissus internes n'augmente pas le nombre de ses assises dans le sens de l'épaisseur, mais le nombre des cellules augmente tangentiellement et surtout les éléments sont fortement étirés dans ce sens ; alors que les cellules de la paroi du fruit normal sont à peu près isodiamétrales, celles de la galle sont 3 fois plus allongées parallèlement à la surface de la paroi que dans le sens radial ; on observe ici une accentuation d'un phénomène qui se produit normalement dans l'écorce de certaines tiges à accroissement secondaire.

On sait que Perris a proposé d'appeler *galloïde* toute hypertrophie ou déformation qui laisse voir les larves par le simple écartement des parties qui les abritent, réservant le nom de *galles* aux autres productions parasitaires dans lesquelles le parasite se trouve à l'intérieur d'une cavité parfaitement close. Si on accepte ces définitions les *Aulax* déterminent ordinairement des galles ; l'*Aulax Papaveris*, lui aussi, amène en fin de compte la production d'une galle, mais la cécidie a débuté par l'état de galloïde ; car la larve n'est pas tout d'abord à l'intérieur d'un tissu végétal compact et sa loge est constituée par l'accolement de plusieurs feuilles ; on a donc ici l'exemple d'un intermédiaire entre les galles proprement dites et les galloïdes, d'autant plus que le galloïde du début s'est développé à l'intérieur d'une cavité parfaitement close, la cavité ovarienne.

Beyerinck (1) a montré que l'*Aulax Hieracii* détermine lors de la ponte, qui s'effectue près du sommet végétatif, une chambre à œufs (*Eihöhlung*) où éclosent les larves et qui est le point de départ de la formation des différentes cavités larvaires qui s'isolent ultérieurement ; ces dernières se forment donc d'une manière très analogue dans les deux cas, dans la galle de l'*Aulax Hieracii* à partir de la

(1) M. W. Beyerinck : *Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen* (Naturk. Verh. d. Koninkl. Ak. 1882).

chambre à œufs, dans celle de l'*Aulax Papaveris* à partir de la cavité naturelle de l'ovaire.

Insectes gallicoles.

Entre la paroi externe de la capsule et la limite externe des placentas on observe fréquemment les larves de nombreux hyménoptères gallicoles et surtout les larves oranges du *Cecidomyia Papaveris Winn.* qui se nourrissent aux dépens du parenchyme hypertrophié des placentas ; sous l'influence des larves de ce Diptère, les cellules subissent un nouvel accroissement ; leur protoplasma est très abondant, le noyau très hypertrophié se dédouble souvent et présente une lobation irrégulière, tout à fait semblable à celle que j'ai signalée antérieurement pour le *Cecidomyia Raphanistri* Kieff. (1) ; les régions qui servent de vie à la nourriture des larves de Cécidomyie ne participent pas à la lignification du parenchyme placentaire ; elles se dessèchent à la mort des tissus de la même manière que le tissu nourricier de l'*Aulax*.

Peronospora arborescens Berk.

Plusieurs échantillons de galles d'*Aulax Papaveris* récoltés à Fontainebleau avaient leur pédoncule tordus plusieurs fois sur lui-même en une sorte d'hélice (fig. 46) ; il n'y a pas de rapport entre ce phénomène et la présence de l'*Aulax*. Ces pédoncules étaient envahis par le *Peronospora arborescens* qui développait son mycélium dans l'écorce du pédoncule suivant une bande longitudinale occupant le quart ou la moitié de cette écorce ; dans la région ainsi parasitée il se produit une réaction des tissus, qui amène un accroissement de ce côté, et par suite une courbure. L'écorce qui est normalement formée de petites cellules (25 μ) acquiert une épaisseur de 300 μ, double de l'épaisseur normale, sans que le nombre de ses assises augmente ; de nombreux œufs se forment à l'intérieur de cellules de cette écorce. Le sclérenchyme qui constitue un anneau à la périphérie du cylindre central est constitué par des cellules allongés radialement (50 : 22 μ) au lieu d'être formé par des cellules isodiamétrales de 22 μ, cause qui s'ajoute aux modifications subies par l'écorce pour déterminer une incurvation de l'organe.

(1) M. Molliard : *Hypertrophie pathologique des cellules végétales* (Rev. gén. de Bot., 1897, T. IX, p. 33).

LE PROFESSEUR WILLIAM NYLANDER

Par M. A. BOISTEL

Paris a vu s'éteindre récemment l'un des plus illustres représentants de la botanique cryptogamique, un personnage étrange, dont la vie a offert pendant de longues années le contraste le plus singulier. Tandis que le professeur William Nylander était connu des savants du monde entier comme l'autorité la plus haute, presque un oracle, dans la science des lichens ; tandis qu'il recevait de toutes les parties du monde une incessante correspondance, des échantillons à déterminer, des demandes de conseils ou de renseignements ; tandis que les plus célèbres lichénographes comme Arnold, Stirzenberg, Zwack, Norrlin, Lojka, Leighton, Crombie, pour l'Europe ; Willey, Catkins, Eckfeld pour l'Amérique, n'écrivaient rien sans recourir à ses avis, son existence était presque ignorée à Paris même où il habitait. Les mieux informés savaient vaguement qu'il était retiré dans une rue perdue de Plaisance, presque à la campagne, vers les régions inexplorées des fortifications ; que rarement deux ou trois libraires le voyaient à propos de ses ouvrages, et que la porte de son logis, à peine entr'ouverte pour quelques rares privilégiés, était inexorablement rébarbative pour tout visage nouveau.

Depuis qu'il s'était fixé en France, on l'avait pendant plusieurs années vu assez assidument au Muséum où il révisait tout l'herbier des lichens. Mais, une observation qu'il avait jugée indiscrète lui avait fait rompre immédiatement toute relation avec notre grand établissement scientifique. A partir de ce moment, on ne signalait que deux disciples admis à venir recevoir habituellement chez lui les conseils du maître. C'était M. l'abbé Hue, qui a déjà élevé en son honneur deux magnifiques monuments par la publication condensée et coordonnée des *Addenda nova ad Lichenographiam Europœam* parus en articles dans le *Flora* de Ratisbonne et des

Lichenes exotici a Nylander descripti et recogniti. C'était aussi le frère Gasilien, qui a pu, grâce à ses conseils incessants et sous ses auspices, nous faire savamment connaître la flore des lichens de Saint-Omer et ajouter de précieux documents à celle de l'Auvergne.

L'heureux hasard d'une rencontre au laboratoire du Muséum me permit d'obtenir par cet aimable intermédiaire de faire passer sous l'œil du maître les plantes dont la détermination présentait des difficultés, de lui fournir pour ses *Lichens de Paris* quelques documents intéressants appartenant à une localité nouvelle, et enfin, après six mois d'une diplomatie auprès de laquelle celle des Richelieu et des Mazarin n'était que jeux d'enfants, de trouver accès auprès de lui.

Malgré ses soixante-quinze ans, il était encore admirablement conservé. Sa haute taille était restée droite. Son visage sans barbe, avec les traits hardiment taillés du Scandinave, avec son front élevé, ses yeux bleus presque sans regard, ses pommettes larges, sa bouche quelque peu narquoise, ses joues ravagées, encadré par ses cheveux grisonnants, plats sur le haut de la tête et formant des boucles sur les côtés, donnait une impression tout à fait étrange. Il se posait devant vous comme une énigme à déchiffrer. Bientôt après, l'on s'inclinait devant l'homme naturellement triste et réservé, éprouvé par la souffrance physique et la souffrance morale, en même temps qu'on levait les yeux vers le savant conscient de sa valeur, fort de son intelligence et de son érudition, armé pour la lutte et ne la craignant pas, et cherchant néanmoins sous sa paupière abaissée à voir quel effet il produisait sur vous. Son accueil était bienveillant, mais calme ; et, quand il venait lui-même ouvrir la porte de son modeste logement, un simple « Ah ! » de satisfaction, accompagné de l'esquisse d'un sourire révélait seul au visiteur que sa venue n'était pas importune. Pénétrant à sa suite par un étroit couloir, on entrevoyait à gauche, à travers des portes mal fermées, une petite cuisine dont les fonctions paraissaient bien réduites à une sinécure, et une autre pièce qui lui servait à la fois de chambre à coucher et de magasin pour son herbier. Mais on ne pénétrait qu'à droite, dans son cabinet de travail, pièce d'angle éclairée par deux fenêtres à l'ouest et au sud. Cette dernière donnant sur des terrains vagues lui assurait une belle lumière pour son microscope, placé sur une table ronde au milieu

de la pièce, tout près de la cheminée, où en hiver il entretenait un maigre feu avec des débris de bois. Sa loupe à dissection, sa petite case à réactifs étaient sur une table devant la même fenêtre, accompagnées d'un aquarium d'appartement, où il nourrissait sans eau, sur quelques branchages, de petites rainettes vertes rapportées des bois de Meudon. Un petit canapé pliant et une commode occupaient deux coins. Le seul ornement de sa cheminée était une petite pendule en bois léger garni de coquillages, escortée ordinairement de sa montre, de quelque menue monnaie destinée aux dépenses du ménage, et de quelques reliefs de ses repas attendant le souper du soir, bouteille de vieux Bordeaux ou de vieux Bourgogne, flacon de cerises à l'eau-de-vie, mandarine émergeant de son papier pelure; ces objets envahissaient aussi quelquefois sa table de travail. Le tout, cheminée, table, meubles, était inondé d'un déluge de livres non reliés, de brochures, de lettres, d'échantillons, de cartons d'herbier éventrés et retenus par des ficelles ; le pied des murs restés libres avait subi le même envahissement jusqu'à la hauteur de la main. Au milieu de ce chaos, il savait toujours, avec une sûreté de mémoire étonnante, retrouver en quelques instants la brochure, l'échantillon, la correspondance qu'il voulait vous montrer. En dehors de leurs pérégrinations fréquentes, ses ouvrages de fond étaient remisés dans un placard situé entre sa cheminée et l'une de ses fenêtres, devant lequel il se tenait assis pour travailler ou pour recevoir ses visites.

Quand on avait pénétré dans cet intérieur on se demandait, avec anxiété, comment son hôte pouvait pourvoir aux nécessités matérielles de la vie, pour lesquelles d'ailleurs il professait le plus souverain dédain ; et même on craignait qu'il n'eût pas les moyens pécuniaires de se procurer plus de confortable. Néanmoins il avait toujours repoussé les offres qui lui avaient été faites pour améliorer sa position, disant qu'il n'en avait pas besoin. On raconte qu'un de ses correspondants, qui lui demandait de nombreuses déterminations, ne voulant pas abuser de sa complaisance inépuisable, enveloppait parfois dans des billets de banque les échantillons que le savant avait exprimé le désir de recevoir pour son herbier ; le maître gardait les échantillons, mais renvoya toujours scrupuleusement les billets. Les conjectures auxquelles on pouvait se livrer ont d'ailleurs été confirmées par l'événement, car on a trouvé chez

lui une petite fortune. Seulement il paraît que les billets de banque auraient cru déroger à leur dignité d'instruments de circulation, s'ils n'avaient pris part au vagabondage général qui affectait chez lui tout ce qui avait figure de papier; on en a trouvé un peu partout.

Quant aux détails de la vie matérielle, il n'était pas aussi absolument insoucieux et abandonné qu'il pouvait ou voulait peut-être le paraître. Pendant plus de trente ans, une honnête ménagère du voisinage venait quelques heures par jour prendre soin de son intérieur, l'aider bien souvent dans l'organisation de ses collections et lui préparer l'unique, mais substantiel repas qui terminait ses journées de travail. Elle profitait de ses absences en ville, au risque d'un orage au retour, pour secouer un peu la poussière et corriger un peu le désordre de sa table de travail. C'est elle aussi qui l'a soigné avec un grand dévouement pendant les longues maladies qui ont nécessité plusieurs fois son séjour dans diverses villes d'eau et ont valu à la science des monographies locales infiniment précieuses. Dans les dernières années de sa vie, c'est, ainsi qu'il me l'a dit, dans un établissement du centre de Paris, sur la rive gauche, qu'il allait tous les matins prendre le repas solide qui lui suffisait pour la journée. Il pourvoyait lui même aux autres collations frugales qu'il faisait chez lui, et, chaque jour, hiver comme été, on le voyait dès sept heures du matin, avec son cabas et sa boîte au lait, sortir pour faire son marché.

Une certaine obscurité planait toujours sur l'ensemble de sa carrière. Car il n'était pas expansif pour ce qui le concernait: très ombrageux, au contraire, sur tout ce qui tenait à son indépendance personnelle et sur toute question où il aurait cru voir une curiosité indiscrète, il tenait à distance ceux mêmes qui le voyaient le plus familièrement et qui savaient fort bien, avant de l'expérimenter par eux-mêmes, qu'une parole imprudente amènerait une rupture immédiate. On n'a pu connaître la première moitié de sa vie que par les renseignements apportés de sa patrie par M. le professeur Elfving, son successeur médiat dans la chaire de botanique de l'Université d'Helsingfors, venu à Paris pour prendre possession de sa magnique collection. Il est né à Uleaborg, dans le nord de la Finlande, le 2 janvier 1822; son père était négociant dans cette ville. C'est en 1839, à l'âge de dix-sept ans, qu'il se rendit à l'Université d'Helsingfors pour y étudier la médecine et les sciences naturelles;

il y conquit le grade de docteur en médecine en 1847; c'est le seul titre dont il se soit jamais prévalu dans ses nombreuses publications. Pendant cette période d'études, il se fit remarquer par un zèle ardent pour les recherches d'histoire naturelle; il contribua très activement aux travaux de la Société *Pro fauna et flora Fennica.* Il fit de nombreuses excursions dans toute la Finlande. Ses premières publications eurent pour objet l'entomologie; il étudia les fourmis et les abeilles, sur lesquelles il écrivit encore en 1856; si bien, m'a-t-il dit, que lorsque plus tard il fut candidat à une chaire de botanique, on lui objecta qu'il était surtout zoologiste. Néanmoins, déjà dans cette période, il avait distribué de nombreux fascicules de plantes de son pays; et la botanique phanérogamique ne cessa jamais de l'intéresser, ainsi qu'en témoigne le Catalogue qu'il publia en 1859 sous le titre « *Herbarium Musci Fenniæi* ». Il s'est plu, jusqu'à son dernier jour, à suivre dans le fouillis de son petit jardin de six mètres carrés, abandonnées autant que possible à leur végétation naturelle, des fougères et quelques plantes rustiques rapportées par lui de ses excursions.

Pourvu du titre de docteur, il vint en France, à Paris, pour se perfectionner dans l'étude des sciences naturelles, et spécialement dans celle des lichens, pour lesquels sa vocation s'accentuait de plus en plus. Il y fit de longs séjours de 1848 à 1859. C'est au laboratoire du Muséum qu'il connut Tulasne, dont la direction lui fut très précieuse et pour les ouvrages duquel il professa toujours la plus grande admiration. Cette période est celle où il conquit dans la science lichénographique une place prépondérante et désormais indiscutable. Dès lors, il posa les bases de sa classification générale des lichens, qu'il suivit depuis dans tous ses ouvrages et que, cet hiver encore, il se réjouissait de voir adoptée par un auteur américain de préférence à celle de Tuckermann, jusque-là suivie par les naturalistes de cette région. Dès lors, il préparait, par de savantes Monographies sur les *Arthonia*, les *Caliciées*, les *Pyrénocarpées*; par ses études sur plusieurs flores exotiques, son grand ouvrage d'ensemble, *Synopsis methodica lichenum*, dont le premier volume a paru en 1858, mais, malheureusement, n'a eu qu'une suite insignifiante par rapport à l'immensité du travail entrepris En même temps, il apportait, après tant d'autres savants, son contingent à la connaissance de la Flore française par des travaux sur

les lichens du midi de la France, des Pyrénées, de l'Algérie, et les résumait dans un tableau d'ensemble, enrichi de beaucoup de descriptions d'espèces, sous le titre : *Prodromus lichenographiæ Galliæ et Algeriæ* (1857).

Son pays le rappelait en 1857 et lui confiait la chaire de botanique à l'Université d'Helsingfors, pour laquelle il réunissait tant de titres. Ses nouvelles fonctions ne le détournèrent pas de ses études sur la lichénographie générale et sur la flore française, mais elles ramenèrent plus particulièrement son attention sur celle des régions qu'il habitait et nous valurent le seul ouvrage complet qu'il ait publié avec la description détaillée de toutes les espèces, ses *Lichenes Scandinaviæ* (1861), suivis un peu plus tard des *Lichenes Lapponiæ orientalis* (1866).

L'entente ne dura pas longtemps avec ses collègues de l'Université. Une organisation, qu'il considéra comme une atteinte aux droits traditionnels attachés à sa chaire, une difficulté d'administration intérieure amenèrent sa démission. Il quitta son pays en 1863 et vint définitivement se fixer à Paris, où il vécut dans un isolement croissant, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus. Le seul fait saillant de cette longue période de trente-six années fut l'attribution du prix Des Mazières, qui lui fut décerné en 1868 par l'Académie des Sciences de Paris et qui fut la consécration des immenses services rendus par lui à la lichénographie. Son activité scientifique ne se ralentit pas, et l'on peut voir, par la liste de ses ouvrages qui termine cette notice, que presque chacune des années de cette longue période fut signalée par une ou plusieurs publications sorties de sa plume. La plupart de ces travaux portent sur des lichens exotiques, qui lui étaient adressés de toutes parts. Il faut seulement signaler comme appartenant à la lichénographie générale : d'abord le commencement du second volume du *Synopsis methodica lichenum*, arrêté malheureusement à la page 64, avec une planche (1888), puis des monographies sur les Stirtées (1868), sur les *Ramalina* (1870), sur les Peltigérées (1884); enfin les innombrables descriptions d'espèces nouvelles, contenues dans quelques recueils périodiques, notamment ses *Addenda nova ad lichenographiam Europæam* dans le *Flora* de Ratisbonne (47 suites, réparties sur 34 années, 1855-1887). Ce qui nous intéresse plus particulièrement, ce sont ses nouvelles contributions à la connaissance de la flore de notre pays : —

Observata lichenologica in Pyrenœis orientalibus (1873), recherches faites à l'occasion d'un séjour chez notre regretté Naudin, dont la vigne est souvent citée comme station de nombreuses espèces, « in vineâ Naudini », et complétées plus tard par un séjour à Amélie-les-Bains : *Lichenes Pyrenæorum orientalium, observatis novis* (1891) (1); — et *Lichens des environs de Paris* (1896) avec le supplément paru l'année suivante. Cet ouvrage, important malgré sa brièveté relative (142 et 20 pages), contient la diagnose de nombreuses espèces, et généralement au moins quelques mots caractéristiques sur les espèces qui ne sont pas décrites; par malheur ces explications ne sont accessibles qu'aux initiés déjà fort avancés dans l'étude des lichens. C'est le travail le plus considérable auquel Nylander ait consacré ses dernières années, avec des catalogues des lichens d'Annobon et des îles Azores, publiés en 1896 et en 1898, et une étude qu'on a trouvée manuscrite sur les lichens de Ceylan, la fin des récoltes rapportées par l'expédition de la Véga.

On voit qu'il avait gardé toute sa puissance de travail, et toutes ses facultés intellectuelles. En même temps que la vue et l'ouïe étaient parfaitement conservées, sa mémoire était encore étonnante et son coup d'œil merveilleux ; on n'avait souvent pas le temps de développer un échantillon avant qu'il ne le saisît avec une vivacité toute juvénile pour y signaler une espèce nouvelle ou une forme rare. Cependant depuis un an ou deux, il se fatiguait plus vite, ceux qui lui demandaient des déterminations s'apercevaient qu'il ne fallait pas trop prolonger les séances ; et l'hiver dernier il se plaignait lui-même que son cerveau ne fonctionnait plus, que les noms ne lui revenaient plus aussi facilement. On avait bâti devant ses fenêtres une maison de cinq étages, et le travail au microscope lui était interdit pendant tous les jours sombres ; d'autant plus qu'il n'avait jamais voulu changer la platine de son instrument percée d'un orifice presque imperceptible. Cette gêne avait beaucoup découragé et attristé ses derniers mois. Il s'est éteint sans maladie,

(1) Il est intéressant pour ceux qui veulent étudier nos lichens français de constater que ce second ouvrage, après 23 pages consacrées à de nouvelles récoltes, reproduit textuellement (avec de légères modifications) le premier ouvrage (pages 23-91) ; ce qui peut dispenser d'acheter celui-ci, devenu très-rare. Les recherches sont seulement rendues un peu plus difficiles, pour les citations anciennes, par le changement de la pagination.

et, on peut le croire, sans souffrances aiguës, sans même avoir été alité, le 29 mars 1899, à l'âge de soixante dix-sept ans.

Sa collection, qui est d'une richesse sans pareille, et qui renferme les types de plusieurs milliers d'espèces créées par lui, sera perdue pour la France. Il l'avait depuis vingt ans cédée à l'Université d'Helsingfors, moyennant une rente de douze cents francs, qui venait ajouter un appoint notable à sa petite aisance. Cependant M. le professeur Elfving a bien voulu me promettre que la perte ne serait pas pour nous absolument irréparable, et que les précieux échantillons seraient généreusement communiqués aux savants qui en auraient besoin pour leurs études. Nous en remercions par avance la grande Université Finnoise.

Le moment n'est pas encore venu de porter un jugement d'ensemble sur l'œuvre du professeur Nylander; je ne me croirais pas d'ailleurs une compétence suffisante pour le faire. Mais il ne paraîtra pas inopportun d'en donner un aperçu général, accompagné de quelques observations et de quelques souvenirs personnels, comme pour sa biographie.

Il a fait faire un pas immense à la connaissance des lichens, qui malgré tant de travaux antérieurs présente encore un si vaste champ à nos investigations; et il a été l'une des plus hautes autorités, peut-être la plus haute autorité du siècle, en cette matière. Mais ce n'est pas surtout vers l'étude de leur anatomie ou de leur physiologie générales qu'il a tourné les efforts de sa vaste érudition et de son esprit puissant; le rôle qu'il s'est donné a été plutôt de faire connaître toutes leurs formes infiniment diverses, d'en décrire les nombreuses espèces ou variétés, et d'en déterminer la classification. Sur l'anatomie générale, il s'en est à peu près tenu aux travaux de Tulasne (1), dont il avait reçu les conseils et la direction lors de ses premiers séjours à Paris; et c'est encore cet ouvrage qu'il me montrait avec admiration et me recommandait comme fondamental, presque comme représentant le dernier mot de la science, dans une de mes visites de cet hiver. Non seulement il n'a pas été soucieux d'étendre plus loin ses propres recherches; mais il n'a même pas admis que l'on pût s'efforcer de trouver quelque

(1) *Mémoire pour servir à l'histoire organographique et physiologique des lichens*. Paris, 1852; in-8°.

chose au-delà ; ces analyses répondaient suivant lui à tout ce qu'il voyait à son microscope. Spécialement, il n'a jamais voulu reconnaître qu'il y eût rien de sérieux dans les travaux relatifs à la théorie algofongique. Cette doctrine de la *symbiose* d'une algue et d'un champignon lui apparaissait comme un attentat à ce qu'il appelait l'*autonomie des lichens*, c'est-à-dire comme une usurpation sur une partie du champ de la science dont il avait fait son fief, en d'autres termes comme un acte d'hostilité personnelle. La hantise du *Schwendenérisme*, manifestation aiguë d'une prédisposition générale à l'idée fixe de la persécution, a empoisonné tout le dernier tiers de son existence et n'a pas peu contribué à l'isolement où il s'était réduit volontairement. Il revenait sans cesse sur ce sujet dans ses conversations, dans ses écrits. On pourrait presque dire qu'il n'existe pas un seul ouvrage de lui de quelque dimension, qui ne contienne une ou plusieurs sorties contre la doctrine abhorrée. Il ne manquait pas une occasion de cribler ses adversaires d'épigrammes qu'il prenait pour des arguments et qui n'étaient souvent que des pétitions de principe, ou de répéter les affirmations et les considérations, suivant lui décisives, par lesquelles il pensait écraser l'ennemi. Comme exemple de ses procédés, on peut citer le passage suivant extrait d'une note dans le *Flora* de 1887, page 132 ; je le traduis pour la commodité du lecteur. A propos d'un lichen vitricole, il écrit : « A travers le support transparent, traversé par la lumière, on peut observer toute l'évolution du thalle et les gonidimies (gonidies composées) naissant dans sa texture même. Quoi de plus sot que cette invention schwendenérienne, venant raconter que les licheno-hyphes saisissent (en allemand *greifen*) les algues errant aux environs, *ce que jamais personne n'a vu* ni *ne peut voir ;* un pareil mouvement physiologique est absolument inconnu et contraire à la nature des Lichens dont les filaments n'ont rien de disposé pour saisir. Qu'ils *ne veuillent* et ne puissent rien de pareil, c'est une vérité manifeste pour quiconque est instruit en ces matières. Ceux qui viennent parler de champignons lichénogènes, d'hyphes provoqués par une irritation mystérieuse, discernant subtilement les « Algues », de gonidies se promenant dans les profondeurs du thalle, excellent sans doute par une suprême témérité. Ce ne sont que des rêves insensés que l'on décore ainsi du nom de science. Monsieur G. Bonnier a atteint le

comble de la gloire schwendenérienne en fabriquant des lichens avec des mousses, et il faut vivement regretter que cette merveilleuse fabrication ait cessé aussi vite. »

Non seulement il bataillait sans cesse de sa plume pour combattre l'erreur fondamentale qui tendait à dégrader ses végétaux de prédilection, mais il cherchait avec un prosélytisme ardent des auxiliaires parmi tous ceux qui recouraient à ses conseils ; aux auteurs, qui publiaient sous ses auspices les espèces déterminées par lui, il imposait toujours une déclaration en faveur de sa théorie. On ne saurait rien voir de plus instructif à cet égard que les préfaces des trois ouvrages de Lamy de La Chapelle contenant le *Catalogue des lichens du Mont Dore et de la Haute-Vienne* (1880), son *Supplément* (1882) et l'*Exposition systématique des lichens de Cauterets et de Lourdes* (1884) ; chacune de ces préfaces renferme une nouvelle sortie contre les doctrines perversives, et l'auteur présente ces dissertations comme l'accomplissement d'un « devoir bien doux » (1).

J'ai dit plus haut que cette préoccupation obsédante avait été la cause de son isolement final. En effet, en 1873, Ad. Brongniart eut l'imprudence impardonnable d'insister avec une certaine chaleur pour qu'il prît connaissance de la magistrale étude de M. Bornet, *Recherches sur les gonidies des lichens*. Nylander répondit qu'il ne lisait pas ces insanités, emporta son microscope, et ne remit plus les pieds au Muséum, laissant inachevé le précieux travail de détermination dont il était chargé sur la riche collection de ce grand établissement scientifique. — Vingt ans plus tard, ce même travail fut l'occasion d'une autre rupture. M. l'abbé Hue publiait son grand ouvrage sur les lichens exotiques déterminés et décrits par W. Nylander, et tirés pour la plupart des collections du Muséum ; un illustre successeur de Brongniart dans sa chaire de botanique eut le malheur, en présentant cet ouvrage au public, de parler au début de sa préface de la théorie reçue aujourd'hui dans la science. C'en fut assez pour que le savant ombrageux voulût ignorer à jamais cette publication, consacrée pourtant tout entière à l'honneur de ses travaux ; le froid et la méfiance détendirent peu à peu ses rapports jusqu'alors bienveillants avec l'auteur. — Enfin tout récemment, en 1898, c'est pour avoir refusé de faire dans une

(1) *Supplément*, p. 2.

préface une déclaration catégorique en faveur de l'*autonomie*, si tendrement choyée, que le frère Gasilien se vit fermer la porte qui avait été hospitalière pour lui seul pendant huit années. La recommandation adressée par le maître à la Société Linnéenne de Bordeaux pour la publication de l'ouvrage fut retirée ; il perdait dès lors toute valeur, quoiqu'il eût été fait uniquement sur les déterminations du savant impérieux. Et celui-ci a cru jusqu'à son dernier jour en avoir empêché l'impression. On eut la charité de ne pas le détromper.

L'œuvre de Nylander a été immense en ce qui concerne la détermination des espèces ; elle laissera dans cet ordre d'idées des traces profondes et ineffaçables. Trois traits d'intérêt général sont surtout à relever dans les progrès qu'il a fait réaliser à la science. Ce sont : sa classification générale, l'étude des spermogonies, comme élément de groupement des espèces, et l'emploi des réactifs.

Sa classification d'ensemble a été arrêtée dans deux mémoires parus en 1854, et depuis il l'a toujours suivie dans toutes ses publications, sauf quelques corrections de détail dont la dernière est encore indiquée dans son supplément aux lichens de Paris, en 1897. Le plan général ne pouvait faire prévoir la profonde répulsion que devait lui inspirer la théorie algo-fongique ; car il est précisément fondé sur les relations des lichens, d'une part avec les algues, d'autre part avec les champignons. Il commence par les Collémacées et par les familles voisines, où dominent non seulement les gonidies ou gonimies, dont l'auteur ne méconnaît pas l'*analogie* avec les algues, mais encore l'élément gélatineux, caractéristique de nombreuses tribus de cette classe. A l'autre extrémité de l'échelle des lichens sont placées les *Pyrénocarpées*, qui sont considérées comme se rapprochant le plus des champignons, et qui contiennent, dans ses ouvrages, de nombreuses espèces et même plusieurs genres chez qui l'existence d'un thalle à gonidies est problématique et dont par conséquent la nature fongique peut paraître assez probable. Dans l'intervalle entre ces deux familles extrêmes, s'échelonnent toutes les autres, en commençant par celles dont le thalle est le plus développé, d'abord par les thalles étendus en longueur, fruticuleux ou en lanières ; les lichens fruticuleux se reliant par les caliciées, munies aussi d'une tigelle, à la division précédente. Puis viennent les thalles foliacés, étalés horizontalement, mais ne tenant au

support que par des rhizines bien visibles. Et enfin se placent les lichens crustacés, étalés aussi horizontalement, mais adhérant intimement au support par leur substance même, par le prolongement des hyphes dans les interstices microscopiques de l'objet qu'ils recouvrent ; et, par suite, complètement dépourvus de cortex inférieur. Mais, si la forme extérieure du thalle, liée d'ailleurs étroitement à sa structure intime, a eu jusqu'alors une importance décisive, dans les divisions ultérieures elle perd aux yeux de l'auteur toute valeur systématique, on ne s'explique pas bien pourquoi. Non seulement, il ne tient aucun compte de la forme plus ou moins définie du thalle à son pourtour, ni de la présence de lobes, quelquefois relevés, et en partie cortiqués à leur surface inférieure ; les *Squamaria*, les *Placodium*, les *Psora*, les *Toninia* des anciens auteurs, sont indistinctement confondus dans les *Lecanora* et les *Lecidea*. Mais encore il refuse depuis 1882 (1), une valeur décisive, au point de vue de la classification, à la présence ou à l'absence d'un rebord thallin, qui fondait autrefois la division entre les *Lécanorées* et les *Lécidées*. Il est frappé de la difficulté qu'on éprouve souvent à ranger une espèce dans l'une ou dans l'autre de ces divisions. En conséquence, il prend le parti de n'en faire qu'une seule famille, une seule tribu suivant sa nomenclature, celle des *Lecano-lecideei*. Cette tribu tout à fait démesurée renferme plus de la moitié des lichens ; elle est divisée en six sous-tribus, et en quatorze genres, dont quelques-uns fort pauvres en espèces, de sorte que les deux genres *Lecanora* et *Lecidea* restent immenses. Le savant maître écarte en effet impitoyablement tous les anciens genres admis par ses prédécesseurs et fondés, soit sur les formes définies du thalle, soit sur la forme, la couleur et les divisions des spores. Les caractères tirés des spores ne sont bons suivant lui que pour former des groupes d'espèces, des *stirpes*, comme il les appelle, en se combinant avec d'autres, tels que la forme des paraphyses et surtout, dans la plupart des cas, avec celle des spermaties et des stérigmates. Ce mécanisme, ce jeu respectif des spores avec les spermaties, considérées par lui comme représentant indubitablement l'organe mâle, rappelle un peu la nomenclature tout artificielle de Linné : *pentandrie monogynie : diandrie hexagynie*,

(1) Note dans le *Flora*, p. 457 et 458 : v. Hue, *Addenda nova*, p. 61-62.

etc. Mais le plus grand malheur pour ceux qui veulent se servir des ouvrages inspirés par cette méthode, c'est qu'il est horriblement difficile de se rendre compte de ce qu'il entend par telle ou telle de ses *stirpes*. Le plus souvent elle se trouve désignée par le nom d'une espèce type : *stirps Lecanoræ saxicolæ*, *stirps Lecanoræ diphyes*, *stirps Lecideæ rivulosæ*, etc.; et naturellement, comme cette espèce type est supposée connue, on ne trouve aucun rudiment de description à côté de son nom; les espèces affines bénéficient au moins de quelques mots de définition, ne fût-ce que par rapport à la première; mais sur celle-ci pas un mot (1). Il faut alors rechercher ce qu'est ce type soit dans les ouvrages antérieurs de l'auteur, soit dans ceux de ses devanciers en remontant à Acharius et même au-delà; et il y a lieu encore de se demander ce qui, dans la pensée de Nylander, restait de ce type primitif après les innombrables retranchements qu'il lui avait fait subir pour créer de nouvelles espèces. Pour la facilité des recherches, ce procédé des *stirpes* vaut à peu près ce que valent les moyens mnémoniques où il suffit de penser à quatre choses pour s'en rappeler une. Il est impossible d'utiliser ses ouvrages sans être déjà profondément versé dans la connaissance des lichens, et sans être escorté de l'attirail de toute une bibliothèque fort encombrante, et, ajoutons-le, fort coûteuse à raison de la rareté des volumes qui doivent la composer. Je mets en fait qu'il n'y a pas en France cinq personnes, assez bien armées pour faire une détermination de toutes pièces avec ses *Lichens de Paris* dont il a cependant voulu faire un ouvrage élémentaire (2). Et pourtant, c'est seulement en s'adressant à des débutants, peu outillés pour les recherches savantes et prolongées, qu'on peut espérer susciter à la science des adeptes et faire éclore de nouvelles

(1) M. l'abbé Hue, dans ses savants résumés de l'œuvre de Nylander sur les lichens d'Europe et sur les exotiques, a rendu à ses lecteurs l'immense service de définir un grand nombre de ses *stirpes* d'après les travaux de l'auteur; mais toutes n'ont pas joui de cette faveur; pour les *Verrucaria* notamment, il faudra remonter aux *Lichenes Scandinaviæ*, assez complets sur ce point.

(2) Le fait suivant montre quelles illusions il se faisait à cet égard. Dans une excursion qu'il a voulu faire, au commencement de 1897, dans la riche localité de Nandy, près Corbeil, et qui est la dernière herborisation de sa vie, il s'indignait qu'un de nos compagnons n'eût pas apporté, pour reconnaître les espèces sur place, ses *Lichens de Paris*, nouvellement parus, et se fût muni d'un petit ouvrage élémentaire. Peu s'en est fallu qu'il ne refusât de répondre à aucune de ses questions.

générations de savants. Après tout, il ne se souciait peut-être pas beaucoup de provoquer des vocations de ce genre, et il n'aurait pas été fâché que l'échelle fût tirée après lui.

L'emploi des réactifs comme moyen de séparer les espèces est une invention absolument propre au docteur Nylander ; avant lui Westring ne s'en était servi que pour les classer au point de vue industriel (1). Cette découverte a rendu les plus grands services à la science de la lichénographie ; elle permet notamment de nommer des thalles stériles, et de distinguer des espèces mal ou incomplètement caractérisées, alors que sur des échantillons meilleurs on a vérifié la certitude des réactions. Il est au contraire beaucoup plus délicat de fonder une espèce uniquement sur la différence des réactions, alors que tous les autres caractères anatomiques et même physiologiques sont identiques. En tout cas, il faudrait qu'il fût bien établi (ce que l'expérience ne vérifie pas toujours) qu'un même individu ne donne pas une réaction dans l'une de ses parties, alors qu'une autre de ses parties, dans un organe de même ordre, reste insensible à l'application du même liquide : qu'il ne se montrera pas sensible à tel agent pendant une période de sa végétation, insensible pendant une autre. Les fleurs, comme les tulipes, qui sont vertes quelques jours avant de se parer des plus vives couleurs, les feuilles qui rougissent à l'automne, nous montrent quelle faible et rapide variation il faut dans la composition chimique d'un organe pour produire une impression différente sur notre rétine. Pourquoi ce qui est vrai sous l'influence des agents naturels ne se produirait-il pas également avec l'intervention des agents chimiques dont nous disposons? Souvent l'accumulation des éléments nécessaires à une végétation prochaine remplit certains organes d'une substance de réserve que révèleront les réactifs, telle est la coloration bleue que donne l'amidon sous l'action de l'iode. En hiver, les troncs de nos arbres sont riches en amidon qui disparaît en été; la réaction par l'iode ferait donc du même individu deux espèces différentes suivant les saisons? Il n'est pas inutile de remarquer que, pour les lichens, ces alternances ne sont pas aussi faciles à vérifier ; car les périodes d'activité ou d'inertie dans la végétation sont réglées, non pas d'après l'ordre régulier

(1) Voir sur ce point la préface des lichens de Cauterets et de Lourdes, de Lamy de La Chapelle, p. XII.

des saisons, mais d'après les alternances capricieuses de l'humidité ou de la sécheresse. Peut-être l'auteur de cette précieuse découverte s'est-il laissé quelquefois griser par les charmes de son invention.

En tout cas nous devons nous garder, non sans sourire quelque peu, de l'enthousiasme naïf des néophytes, tels que le Rev. Leighton en Angleterre, qui, trouvant dans les articles du *Flora* de longues listes d'espèces, de *Parmelia* par exemple, classés par le maître suivant qu'elles donnaient telle ou telle réaction, parce que l'auteur voulait donner un résumé d'ensemble de ses observations, ont cru qu'il leur proposait là une classification scientifique définitive, et ont suivi servilement le même ordre dans leurs ouvrages, mettant aux deux extrémités d'un même genre deux espèces absolument identiques, mais ayant le malheur de différer par la réaction. Je n'oserais pas affirmer que le maître lui-même n'ait pas quelquefois subi à cet égard une sorte de *suggestion en retour ;* mais le fait est relativement peu commun.

Je ne saurais terminer cette notice sans dire quelques mots du reproche qui lui a été souvent adressé d'avoir multiplié les espèces en nombre infini, d'avoir par là encombré le terrain de la science et de l'avoir rendu inabordable. Il ne m'est pas démontré qu'il fût fâché de prouver par là la puissance incroyable de son étonnante mémoire ; qu'il n'ait pas voulu pouvoir se dire qu'il était seul capable de se mouvoir au sein de ce dédale, d'affirmer qu'une espèce, parmi celles du monde entier, n'avait jamais été décrite. ou de signaler ses ressemblances et ses différences avec ses congénères. De fait, il y a peut-être maintenant un seul homme en France qui soit en état, par sa vaste érudition aidée de sa riche bibliothèque, d'arriver, au moyen d'études beaucoup plus laborieuses, à un résultat semblable. Je n'ai pas besoin de le désigner plus clairement aux lecteurs de cette *Revue*. Mais, ce qui est d'un intérêt plus scientifique, ce qu'ont besoin de savoir tous ceux qui dans l'avenir se serviront de ses ouvrages et y puiseront les précieux renseignements qu'ils renferment, c'est de constater quelle importance très secondaire il attachait à la qualification d'espèce pour une forme qu'il décrivait. Il m'a dit bien souvent, quand je lui demandais s'il allait créer une espèce pour un spécimen qui présentait quelque nouveauté : « Qu'est-ce que cela peut me faire de créer

ou de ne pas créer une espèce de plus? *Je n'y attache aucune importance* ». Le frère Gasilien, qui l'a fréquenté si longtemps, a constaté la même indifférence au cours de la notice qu'il a consacrée au maître dans les *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux* : « Du reste, il attribuait plus ou moins d'importance à la distinction entre *espèce*, *sous-espèce*, *variété*, et dans ses ouvrages, quelquefois dans le même, il a employé pour la même plante l'une et l'autre de ces dénominations. Quand on l'interrogeait sur la valeur de certaines espèces, même lui appartenant, il répondait souvent [non sans quelque pointe d'impatience] : Je ne vous dis pas que c'est *une bonne espèce*, une espèce de premier ordre... C'est nouveau ; c'est distinct; il faut un nom. » — Il suffit d'ailleurs d'ouvrir un quelconque de ses ouvrages pour trouver, en quelque sorte à chaque page, après un nom de lichen, imprimé avec les mêmes caractères que toutes les autres espèces, avec un numéro d'ordre comme les autres, ces mots : « *vix subspecies prioris* », « *vix nisi varietas prioris* ». Ces expressions, on les retrouvera également, à tout instant, dans les *Addenda*, où M. l'abbé Hue a résumé ses articles du Flora. Enfin, dans cette dernière Revue, j'ai relevé un passage bien caractéristique et tout à fait formel sur ce point. Il écrit dès l'année 1865, au n° 14, page 209, de ce recueil : « Dans les numéros 1 et 10 du *Flora* de cette année, j'ai défini un nombre assez notable de *Lecidea* ; mais il faut noter qu'elles ne constituent pas toutes des espèces propres, autonomes, mais qu'elles peuvent plutôt être considérées comme quelques formes particulières rangées sous les espèces déjà connues et auxquelles elles sont comparées. » Cette déclaration catégorique n'a pas cessé d'être vraie dans toute la suite des travaux du maître. On peut se demander s'il n'a pas quelquefois perdu de vue ce qui vient après ce passage : « Il semble peu utile de trop s'adonner aux distinctions ; car ainsi on tombe dans un chaos trompeur d'états accidentels qui ne représentent rien de typique, rien qui mérite une description spéciale, et *qui naissent dans la classe des Lichens plus facilement que dans aucune autre*, fournissant une occasion très riche de mettre en avant une infinité d'inventions nouvelles. C'est ainsi qu'on prépare la ruine de la science sérieuse, par l'excès en quelque matière que ce soit et par la préoccupation de choses étrangères à la vérité. Il ne faut distinguer que les objets vraiment distincts ; quant aux faits accidentels et atypiques, il faut les rejeter

ou les ramener à leurs types ». Cette déclaration de principe pouvait-elle faire prévoir ces innombrables espèces, fondées uniquement, par exemple, sur une nuance de l'épithécium ou de l'hypothécium, ou sur les dimensions des spores.

L'emploi absolu de ce dernier caractère est d'autant plus singulier que bien souvent les chiffres qui donnent ces mesures chevauchent les uns sur les autres (1), et que les mêmes mesures ne sont pas toujours données pour la même espèce dans les différents ouvrages du même auteur (2). Cette dernière observation tendrait à faire croire que le savant infatigable s'est préoccupé surtout de décrire avec la plus grande sincérité ce qu'il voyait dans chacune de ses observations ; sans se préoccuper de les rapprocher et de les synthétiser entre elles. Ecrasé par le nombre immense des matériaux qui lui arrivaient de toutes parts, il a tenu à ne laisser perdre aucun des documents qu'il y trouvait, à les emmaganiser pour les chercheurs à venir. Il n'a pas eu la volonté de délimiter rigoureusement les confins des espèces, qu'il savait discerner avec son coup-d'œil merveilleux au milieu des échantillons observés. La moisson qu'il a accumulée est immense : elle attendra peut être encore longtemps la main vigoureuse habile à la battre, à la cribler et à la présenter assimilable aux lèvres qui ne sont pas encore accoutumées à la nourriture des dieux.

(1) Ainsi, pour le *Lecidea contigua* Fr., les spores sont données comme variant de 16-25 μ sur 8 à 12, et le *microspora* Nyl. est décrit comme en tout semblable, sauf que les spores ont 12 à 17 μ dans un sens et 6-8 dans l'autre.

(2) C'est ainsi que pour le *Verrucaria nigrescens*, j'ai relevé les chiffres suivants : 18-25×8-12 dans les *Lichens de Paris*, p. 118 ; 23-27×12 15 dans les *Pyrénées-Orientales, observ. nouv.*, p. 86 ; et 26-38×15-18 dans le *Supplément aux Lichens de Paris*, p. 10. Dans le dernier passage seulement, l'auteur nous avertit que les dimensions des spores de cette espèce sont très variables. En effet, M. l'abbé Hue note 13 mesures différentes relevées par lui-même (*Lichens d'Aix-les-Bains*, p. 43) et en signale 10 dans Arnold. Mais dans les autres ouvrages de Nylander, on pourrait croire que les dimensions données font partie de la définition générale de l'espèce et lui appartiennent d'une manière absolue. Il en est de même dans beaucoup d'autres cas. Voir, par exemple, pour le *Lecidea attroalba* Flot. les *Lich. Scand.*, p. 232 ; les *Pyr. or. obs. nov.*, p. 35, et les *Lich. de Paris*, p. 99.

PUBLICATIONS DU PROFESSEUR NYLANDER

Observationes aliquot in Synopsin lichenum Holmiensium.
Animadversiones circa distributionem plantarum in Fennia.
1852. Conspectus floræ Helsingforsensis och collectanea in floram Carelicam.
1853. Collectanea lichenologica in Gallia meridionali et Pyrenœis. Botaniska Notizer.
— Observationes adhuc nonnullæ ad Synopsin lichenum Holmiensium. Holmiœ.
1854. Étude sur les Lichens d'Algérie. *Mém. Soc. sc. nat. de Cherbourg.*
— Essai d'une nouvelle classification des Lichens. *Ibid.* (2 mémoires).
— Sur les fascicules des lichens d'Europe publiés par le Dr Hepp. *Bull. Soc. bot. de France* (1).
1855. Additamentum in floram cryptogamicam Chilensem, quo Lichenes præcipue saxicolas... *Ann. sc. nat. Bot.*
1856. Essai sur l'histoire naturelle de l'Archipel de Mendana par Jardin; — Lichens. *Mém. Soc. sc. nat. de Cherbourg.*
— Synopsis du genre *Arthonia. Ibid.*
— Genera familiæ Apidarum — Heriades. *Ibid.*
— Synopsis des formicides de France et d'Algérie. *Ann. des sc. nat. de Paris.*
1857. Monographia calicieorum (Frenkel...).
— Prodromus Lichenographiæ Galliæ et Algeriæ. *Soc. Linn. de Bordeaux.*
1858. Énumération générale des Lichens. *Soc. sc. nat. de Cherbourg.*
— Expositio synoptica Pyrenocarpeorum. *Soc. acad. de Maine-et-Loire.*
— Synopsis methodica Lichenum (1858-1860). Paris; Martinet, impr.
— Prodromus expositionis Lichenum Novæ Caledoniæ. *Ann. Soc. nat. Bot.*
1859. Dispositio Psoromatum et Pannariarum. *Ibid.*
— Expositio Lichenum Novæ Caledoniæ. *Ibid.*
— Lichenes regionibus exoticis quibusdam vigentes... *Ibid.*
1860. Lichenes adnotati in Armoricâ ad Pornic. Paris.
1861. Additamentum ad Lichenographiam Andium Bolivensium. *Ann. Soc nat. Bot.*
— Lichenes Novæ Zelandiæ. *The Linn. Soc. Journ.*
— Lichenes Scandinaviæ. *Notis. ur Sellesk. pro Fauna et Flora fennica færhandl.* (Helsingfors).
— Quelques remarques à propos des observations de Karsten sur une espèce de Cœnogonium. *Ann. sc. nat. Bot.*
1862. Expositio systematica generis Cœnogonii. *Botan. Zeit.* Leipzig.

(1) Observations critiques sur un grand nombre d'espèces.

— Tylophoron et Parathelium, genera Lichenum nova. *Ibid.*
— Conspectus generis Thelotrematis. *Ann. sc. nat. Bot.*
1863. Circa Lichenes Armoricæ et Alpium Delphinatus observationes. *Soc. sc. Fennicæ.*
— Lichenographiæ Novo-Granatensis Prodromus. *Ibid.*
1864. Lichenes in Ægypto a celeb. Ehrenberg... *Bull. Soc. linn. de Bordeaux.*
— Sur quelques lichens d'Algérie. *Bull. Soc. bot. de France.*
1866. Lichenes Lapponiæ orientalis. *Notis. ur Sallsk. pro Fauna et Flora fenn.* Helsingfors.
— Lichens du jardin du Luxembourg. *Bull. Soc. bot. de France.*
1867. Circa genus Lichenum Dermatiscum. *Bot. Zeit.*, Leipzig.
— Lichenes Angolenses Welwitschiani. *Bull. Soc. linn. de Normandie.*
— Lichenes Middendorfiani. Saint-Pétersbourg. *Reise in den aeusserten Norden und Osten Sibiriens.*
— Lichenes Novæ Zelandiæ.
1868. Synopsis Lichenum Novæ Caledoniæ. *Bull. Soc. linn. Normandie.*
— Conspectus synopticus Sticteorum. *Ibid.*
— Catalogue des plantes des îles Madère et Porto-Santo; Lichens. *Bull. Soc. bot. de France.*
— Note sur les lichens de Porto-Natal. *Bull. Soc. linn. de Normandie.*
— Énumération des lichens récoltés par M. Husnot aux Antilles françaises. *Ibid.*
1870. Recognitio monographica Ramalinarum. *Ibid.*
1873. Observata lichenologica in Pyrenæis Orientalibus. *Ibid.*
— Nematonostoc rhizomorphoïdes. *Bull. Soc. bot. de France.*
1874. Lichenes insularum Andaman. *Ibid.*
1875. Liste des lichens recueillis aux îles Saint-Paul et Amsterdam. *Comptes-rendus Acad. des sciences.*
1876. Lichens rapportés de l'île Campbell par M. Filhol. *Ibid.*
1878. Symb. ad Lichenographiam Sahariensem. Ratisbonne.
— Circa lichenes Corsicos adnotatio. Ratisbonne.
1879. Lichenes Insulæ Saint-Pauli. Ratisbonne.
1884. Classification des Peltigérées. *Le Naturaliste.*
1886. Plantas colhidas par F. Newton na Africa occidentalí; II. Lichenes. *Bolda Soc. Broteriana.*
1887. Contribuçoes para o estudo da Flora d'Africa : Lichenes. *Ibid.*
1888. Synopsis methodica Lichenum. Vol. II, p, 1-164.
— Enumeratio Lichenum Freti Behringii. *Bull. Soc. linn. de Normandie.*
— Lichenes Fuegiæ et Patagoniæ. Paris.
— Parmelia perlata. *Journal de botanique.*
— Lichens du Nord du Portugal. W. Nylander et Newton. Coimbra.
— La Malice des lichens, plaquette de 4 pages. Paris, 5 janv. 1888.
1889. Lichenes insularum Guineensium. Paris.
1890. Lichenes Japoniæ (expédition de la Véga en 1879). Paris.

1891. Lichenes Pyrenæorum orientalium, observatis novis. Paris.
— Sertum Lichenaeæ tropicæ e Labuan et Singapore. Paris.
1896. Lichens des environs de Paris. Paris (1).
— Énumération des lichens de l'île Annobon. Paris.
1897. Supplément aux lichens des environs de Paris. Paris.
1898. Lichens des îles Azores. *Soc. Linn. de Bordeaux.*

Quædam in systema Lichenum addenda, paucis exposuit W. Nylander. *Botaniska notiser.*

Nombreuses notes et descriptions d'espèces nouvelles dans le Flora de Ratisbonne, 1855-1887 (34 ans; 47 suites pour les Lichens d'Europe) ou dans *The Linn. Soc. Journ. Bot.*, en collaboration avec J.-M. Crombie.

Listes de diverses excursions lichénologiques dans la *Feuille des Jeunes Naturalistes*, *Brebissonia*, *Le Naturaliste*, *Bulletin de la Société botanique de France*, juin 1891; *Bulletin de la Société Linnéenne de Paris*, n° 16, p. 123-124; Verlot, *Guide du Botaniste herborisant*, Paris, 1866, p. 327-331.

Il faut joindre aussi à ce Catalogue les ouvrages qui ont été faits au moins, pour la plus grande partie, sur ses déterminations, tels que :

Catalogue des lichens du Mont-Dore et de la Haute-Vienne et *Exposition systématique des lichens de Cauterets et de Lourdes*, par Lamy de la Chapelle. *Soc. bot. de France*, 1880, 1884.

Lichens rares ou nouveaux de la Flore d'Auvergne, *Lichens des environs de Saint-Omer*, par le frère Gasilien. *Journal de botanique*, 1891 et 1894.

British lichens de Crombie; Londres, 1894, dont les figures jusqu'aux Lecanora exclusivement ont été dessinées à la chambre claire par Nylander (voir ses Lichens de Paris, p. 11, en note).

Contribution à la Flore des Lichens du Plateau-Central, par le frère Gasilien. *Soc. linn. de Bordeaux*, 1898.

Enfin, les deux grands ouvrages suivants ne sont que le résumé d'innombrables articles parus dans les Revues, notamment dans le Flora de Ratisbonne :

Addenda nova ad Lichenographiam europœam, a professore W. Nylander, in Flora, ab anno 1865 ad 1888 edita, in ordine systematico disposuit A. Hue, rotomagensis sacerdos. Paris, 1886, 1888; in-8°.

Lichenes exotici, a Nylander descripti et recogniti, et in herbario Musœi Parisiensis pro maxima parte asservati; in ordine systematico disposuit A. Hue, rotomagensis sacerdos; avec préface de M. Van Tieghem, Paris, 1888; in-4°.

(1) Reproduisant dans la Préface l'opuscule de 1866 sur les Lichens du jardin du Luxembourg.

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 (*Suite*).

Les formations arillaires sont communes chez les plantes à fruits déhiscents, et ne sont pas du tout développées dans les espèces à fruits indéhiscents; lorsqu'elles existent, elles proviennent du funicule et de la région micropylaire du tégument; elles entourent toute la graine, ou se trouvent localisées à une de ses extrémités.

Les tissus de la chalaze pénètrent plus ou moins dans le nucelle et dans les Marantacées ils sont prolongés par une différenciation des tissus nucellaires. Les réserves de la graine sont constituées exclusivement par du périsperme, sauf dans plusieurs Musacées; dans les *Heliconia* il existe une bande étroite de périsperme fonctionnel autour de l'endosperme; dans les *Strelitzia* ce tissu est réduit à son minimum, n'étant plus représenté que par quelques cellules sans fonction.

On observe dans les Scitaminées une série de développements progressifs de l'endosperme; chez les Musacées ce tissu est abondant et amylacé, sauf l'assise externe (couche à aleurone) chez les *Strelitzia*; dans les Zingibéracées l'endosperme est peu développé et ne contient pas d'assise à aleurone; dans les Cannacées c'est à cette assise à aleurone que se réduit l'endosperme, qui est nul chez les Marantacées.

Le développement de la graine chez ces plantes montre en résumé que les Scitaminées sont caractérisées par un collier micropylaire, la persistance de l'épiderme micropylaire au-dessus du sac embryonnaire, la présence assez constante d'une arille micropylaire et le développement direct, c'est-à-dire sans suspenseur, de l'embryon.

Les Marantacées possèdent des graines campylotropes et présentent dans ces graines des caractères qui amènent, ainsi que la conformation de la fleur, à en faire un groupe à part. Les Cannacées n'offrent aucune affinité avec les autres groupes de Scitaminées. Les Zingibéracées présentent une différenciation particulière de l'assise interne du tégument; le genre *Costus* s'éloigne des autres par la forme de son arille et les caractères histologiques du collier micropylaire; les Musacées forment au point de vue du développement de la graine un groupe hétérogène, le genre *Musa* étant celui qui se rapproche le plus des Zingibéracées.

Si la structure du fruit des Myristicacées est assez constante il n'en

est pas de même de celle de leur graine dont Hallström (1) étudie les variations. Le tégument présente un développement des palissades externes très irrégulier chez les différentes espèces ; les palissades internes sont assez semblables partout et contiennent des cristaux d'oxalate de chaux ; l'auteur étudie de même les variations qui s'observent dans le développement des fibres de ce tégument, dans la nature de l'endosperme qui contient ordinairement de l'amidon, manque assez rarement de résine et présente dans certaines espèces des grains d'aleurone.

Les arilles des Myristicacées appartiennent à deux types principaux ; les unes enveloppent complètement la graine et ne sont pas divisées, les autres n'entourent pas entièrement la graine et sont formées de ramifications plus ou moins anastomosées ; l'auteur en fait l'anatomie chez les diverses espèces, mais cette étude de détail se prête mal à une courte analyse.

O. Burchard (2) donne le moyen de reconnaître les graines des différentes espèces de *Brassica* et de *Sinapis* dont on tire de l'huile par les seuls caractères du tégument ; ils sont basés presque exclusivement sur la forme et la disposition des scléréides.

Sous le nom de cellulose de réserve Cooley (3) comprend les substances qui se fixent dans les parois des cellules de l'albumen et sont utilisées par l'embryon au moment de la germination ; 22 genres de Liliacées, 2 d'Amaryllidées, 4 d'Iridées présentent de cette cellulose de réserve ; une étude microchimique montre que cette cellulose n'est pas identique à la cellulose pure, qu'elle est constituée par une substance fondamentale qui a les mêmes propriétés chimiques chez toutes les espèces (sauf peut-être chez les *Paris* et les *Trillium*), que les différences observées, au point de vue des réactions chimiques, chez les diverses espèces tiennent au mélange d'autres matières avec cette substance fondamentale.

L'auteur a étudié la digestion de la cellulose de réserve pendant la germination chez le *Polygonum*, l'*Iris* et l'*Allium* : elle s'opère par les cotylédons. On observe alors de fines gouttelettes d'huile près des parois ; il n'apparaît que peu de sucre ; l'amidon n'apparaît qu'à la fin de cette digestion. La cellulose de réserve ne se forme dans la graine qu'après la constitution de l'albumen et d'abord du côté de la chalaze ; elle est facilement soluble dans l'eau pour les jeunes graines d'*Iris*, de *Paris* et de *Trillium* et même pour les graines bien mûres de *Paris*.

(1) K. Th. Hallström : *Vergleichende anatomische Studie über die Samen der Myristicaceen und ihre Arillen* (Arch. d. Pharmacie, CCXXXIII, 1895, p. 440-500, 3 Pl.).

(2) O. Burchard : *Ueber den Bau der Samenschale einiger Brassica-und Sinapis-Arten II*. (Journ. f. Landw. XLIV, 1896, 1 Pl.)

(3) G. E. Cooley : *On the reserve cellulose of the seeds of Liliaceae and of some related orders* (Mem. of the Boston Soc. V, 1895, p. 1-29, 6 Pl.).

Arcangeli (1) donne des renseignements sur la structure des graines du *Pancratium maritimum;* le tégument externe est constitué par des cellules pleines d'air; l'amande ne contient pas trace d'amidon, mais est constituée par des grains d'aleurone et de l'huile; les parois des cellules, à l'exception des plus internes, ne donnent pas la réaction de la cellulose. Ces graines sont dispersées par le vent qui les fait tomber sur le sable ou à la surface de la mer qui les ramène, à cause de leur légèreté sur le rivage; certaines graines peuvent aussi, en raison de leur ressemblance avec certains coléoptères, être dispersées par les oiseaux.

Le tégument des graines de Solanées, étudié par Hartwich (2), appartient à un type très simple; l'épiderme du tégument de l'ovule acquiert seul une différenciation spéciale; toutes les autres assises sont semblables et se lignifient souvent (*Physalis Alkekengi*, *Datura*). L'épiderme a souvent des caractères spécifiques ; l'auteur en suit le développement et montre que l'épaississement des parois latérales et internes est très variable; dans certains cas, il est assez considérable pour que dans les graines sèches on n'aperçoive plus de cavité; ce sont surtout les variations présentées par cette assise épidermique qui permettent de caractériser les diverses espèces de Solanées par leur graine.

M. Elfert avait cru montrer par des observations microscopiques que les épaississements cellulosiques des parois des cellules cotylédonaires des Lupins ne constituaient pas une réserve; E. Schulze (3) s'élève contre cette opinion et par des réactions de macrochimie démontre que ces épaississements contiennent une substance du groupe des hydrates de carbone, qui est très différente de la cellulose ordinaire, disparaît en grande partie pendant la germination de la graine, et doit par conséquent être regardée comme une réserve.

(1) G. Arcangeli : *Sulla struttura e sulla disseminazione dei semi del Pancratium maritimum* (Bull. d. Soc. Bot. Ital. 1896, p. 278-280).

(2) C. Hartwich : *Ueber die Samenschalen der Solanaceen* (Fetschrift d. Naturf. Gesellsch. in Zürich. II, p. 366-382).

(3) E. Schulze : *Ueber die Zellwandbestandtheile der Cotyledonen von Lupinus luteus und Lupinus angustifolius und über ihr Verhalten während des Keimvorganges* (Ber. d. d. bot. Gesellsch. XIV, 1896, p. 66-72).

(*A suivre*). M. Molliard.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

COUPIN, docteur ès sciences.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Kosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

325. — *Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.*

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIÈME

Livraison du 15 Juillet 1899

N° 127

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

1899

LIVRAISON DU 15 JUILLET 1899

I. — INFLUENCE DES CHANGEMENTS DE TEMPÉRATURE SUR LA RESPIRATION DES PLANTES, par **M. W. Palladine** 241

II. — SUR UNE ANOMALIE DE LA VANILLE (avec figures dans le texte), par **M. H. Jacob de Cordemoy** 258

III. — LA VÉGÉTATION DE L'ILE DE LESBOS (MYTILÈNE) (avec planche), par **M. Paléologos C. Condargy** 268

IV. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896 (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** *(suite)* 281

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planches 12 et 13. — Carte botanique de l'île de Lesbos.

Cette livraison renferme en outre six gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

INFLUENCE DES CHANGEMENTS DE TEMPÉRATURE

SUR LA RESPIRATION DES PLANTES

par M. W. PALLADINE.

I. — Introduction

L'accroissement de la respiration avec la température a été constaté par de Saussure et par Garreau. Plus tard cette question était l'objet de recherches de plusieurs savants (MM. Félix de Faucompret (1), Walskoff et Mayer (2), Bischavi (3), Pedersen (4), Askenasy (5), Dehérain et Moissan (6), Bonnier et Mangin, etc.). Ces derniers auteurs (7) donnent les résultats suivants de leurs recherches :

1° Le dégagement d'acide carbonique et l'absorption d'oxygène augmentent régulièrement avec la température, toutes les autres conditions étant égales d'ailleurs ;

2° Il n'y a pas, pour la respiration, de température optimum ;

3° Le rapport de l'acide carbonique dégagé à l'oxygène absorbé ne varie pas sensiblement avec la température.

M. Puriewitsch (8) et M. Gerber (9) affirment que, dans certains cas spéciaux, pour les températures extrêmes, le rapport de l'acide carbonique dégagé à l'oxygène absorbé varie sensiblement.

(1) Faucompret : Comptes-rendus. 1864.

(2) Walskoff und Mayer : Zandwirthsch. Jahrbücher, 1874. p. 481).

(3) Bischavi : Botan. Jahresbericht. 1877, p. 781.

(4) Pedersen : Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet Bind. 1878, p. 86.

(5) Askenasy : Landw. Versmchs-Stationen. 1875, p. 277.

(6) Dehérain et Moissan : Annales des sciences naturelles. 1874, 5ᵉ série, t. XIX, p. 329.

(7) Bonnier et Mangin : Annales des sciences naturelles, 6ᵉ série, t. XVII, p. 271, 1884.

(8) Puriewitsch : *Formation et destruction des acides organiques.* 1893, Kiew. En russe. Bot. Centralbl. LVIII, p. 368.

(9) Gerber : Annales sciences nat., VIIIᵉ série, IVᵉ tome, 1896, p. 1.

Aucun des savants mentionnés plus haut, ni M. Claussen (1), ni M. N. Müller (2), ne se préoccupent généralement pas de savoir si l'alternance des températures influe sur la respiration des plantes. Il n'y a que M. Ziegenbein (3) qui a fait deux expériences dans cette direction. Il a trouvé que si l'on mesure l'énergie de la respiration des graines germées de *Vicia sativa* et de Lupins à une température comprise entre 15° et 20°, et que si on les place ensuite à une température de 30°, en déterminant encore une fois l'énergie de leur respiration à une température comprise entre 15° et 20°, on n'obtient aucune différence. Cependant si on les place à une température plus élevée (entre 42 et 44,5°), la seconde détermination donnera un chiffre considérablement moindre.

La question de l'influence des changements des températures extrêmes sur les plantes étant d'une grande importance biologique, une recherche plus détaillée serait à désirer sur la question de savoir comment ces changements se reflètent dans divers phénomènes physiologiques. Dans le cas particulier, pour étudier l'influence de l'alternance des températures sur la respiration des plantes, il est nécessaire de se servir d'organes déjà formés ou de ceux qui croissent très lentement. Si l'on fait des recherches sur des organes croissant rapidement qu'on place à des températures différentes, on obtiendra une très grande différence dans leur taille, ce qui par soi-même influe sensiblement sur la respiration.

J'ai pris pour mes recherches les extrémités des tiges étiolées de *Vicia Faba* avec les feuilles. Les extrémités étaient coupées avec une plaque tranchante en platine. La longueur de la partie des tiges au-dessous de la dernière feuille ne dépassait pas 1 à 2 millimètres dans toutes les parties coupées. Les pièces coupées ont été divisées en deux ou trois portions, dont chacune a été pesée et placée dans un vase plat rempli d'une solution de 10 % de saccharose dans de l'eau. Une portion a été placée dans l'une des pièces du laboratoire à une température moyenne, l'autre dans le vestibule à une basse température, la troisième enfin, dans un thermostate, à une température élevée. Au bout de trois ou quatre jours, les trois portions ont été apportées dans une pièce à une tempé-

(1) Claussen : Zandwirth Jahrbücher. 1890, p. 900.

(2) N. Müller : Beiträge zur missen. Botanik. II Band. 1898, p. 169.

(3) Ziegenbein : Pringsheim's Jahrbücher. XXV, Keft 4, 1893.

rature moyenne, après quoi on déterminait simultanément l'énergie de leur respiration dans trois appareils placés sur la même table, à la même température moyenne. Les plantes des trois portions avaient le même aspect, mais les quantités d'acide carbonique qu'elles dégageaient étaient différentes, bien qu'elles respirassent à la même température.

Afin de déterminer la quantité d'acide carbonique dégagé par les bourgeons étiolés, je me suis servi des tubes de Pettenkofer. Tout l'appareil a été monté d'après la description qu'en donne M. Pfeiffer (1). Au lieu d'aspirateur, je me suis servi de la trompe à eau de Geisler. La régularité du courant d'air a été assurée, grâce à un procédé décrit par Bunsen (2). Pendant l'expérience sur l'intensité respiratoire, le récipient, avec les bourgeons, était toujours maintenu dans l'obscurité. La quantité de matières protéiques non digestibles a été dosée par le procédé de M. Stutrer. La quantité d'azote a été dosée par la méthode de M. Kjeldahl.

II. — Exposé des Expériences

Je donne maintenant la description détaillée des expériences.

Expérience N° 1.

Vicia Faba L. — Les extrémités des tiges étiolées (les bourgeons terminaux) avec les feuilles après 21 jours de germination à une température comprise entre 17° et 20°.

I

4gr6182 d'extrémités des tiges ont été placées sur une solution de saccharose à 10 °/o dans l'obscurité à une *température basse* (7,5° à 11°). Au bout de trois jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Pendant la respiration, la température s'est maintenue entre 19,5° et 20°.

4 heures. 16mg6

(1) Pfeffer : Untersuchungen ansdens botanischen Institut zur Tübingen. Band. 1885, p. 637.

(2) Bunsen : *Gasometrische Methoden*. 2 Auflage. 1879, p. 144.

D'où, 100 gr. d'extrémités des tiges dégagent en une heure 89mg8 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les bourgeons ont été placés de nouveau sur une solution de saccharose à 10 °/₀ dans l'obscurité à une *température basse* (7,5° à 11°). Au bout de trois jours, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 18,5° et 20°.

4 heures. 13mg6

D'où, 100 gr. de bourgeons dégagent en une heure 73 mg. 6 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les bourgeons ont été lavés avec de l'eau, desséchés, et ont donné 1gr1578 de la substance sèche, ou 25,0 °/₀.

Dans la substance sèche on a déterminé la quantité d'azote des matières protéiques non digestibles.

a) 0gr5972 de la substance sèche ont donné 0gr00169624. D'où, 1gr1578 de la substance sèche contiennent 0gr00328 d'azote non digestible.

b) 0gr5426 de la substance sèche ont donné 0gr00157508. D'où, 1gr1578 de la substance sèche contiennent 0gr00335 d'azote non digestible.

0gr00328 }
0gr00335 } En moyenne 0gr00331

D'où, 100gr de bourgeons contiennent 0gr0716 d'azote non digestible.

II

4gr4920 de bourgeons étiolés ont été placés sur une solution de saccharose à 10 °/₀ dans l'obscurité à une *température moyenne* (17° à 19°). Au bout de trois jours, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 19,5° et 20°.

4 heures 9mg8

D'où, 100gr de bourgeons étiolés dégagent en une heure 54mg5 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont été placés de nouveau sur une solution de saccharose à 10 °/₀, dans l'obscurité, à une *température moyenne* (17° à 19°). Au bout de trois jours, ils ont été mis

dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 18,5° et 20°.

4 heures . . . . 9^{mg}6

D'où, 100^{gr} de bourgeons étiolés dégagent en une heure 53^{mg}4 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont été desséchés et ont donné 1^{gr}1470 de la substance sèche ou 25,5 °/₀.

a) 0^{gr}6587 de la substance sèche ont donné 0^{gr}00199914.

D'où 1^{gr}1470 de la substance sèche contiennent 0^{gr}00348 d'azote non digestible.

b) 0^{gr}4655 de la substance sèche ont donné 0^{gr}00133276.

D'où 1^{gr}1470 de la substance sèche contiennent 0^{gr}00328 d'azote non digestible.

0^{gr}00348 }
0^{gr}00328 } En moyenne 0^{gr}00338.

D'où 100^{gr} de bourgeons contiennent 0^{gr}0752 d'azote non digestible.

III

4^{gr}4213 de bourgeons étiolés ont été placés sur une solution de saccharose à 10 °/₀ dans l'obscurité à une *température haute* (36° à 36,5°). Au bout de trois jours ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 19,5° et 20°.

3 heures 30 minutes . . . . 12^{mg}6.

D'où 100^{gr} de bourgeons étiolés dégagent en une heure 81^{mg}4 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont été desséchés et ont donné 1^{gr}1765 de la substance sèche, ou 26,6 °/₀.

a) 0^{gr}4740 de la substance sèche ont donné 0^{gr}00145392.

D'où 1^{gr}1765 de la substance sèche contiennent 0^{gr}00360 d'azote non digestible.

b) 0^{gr}6882 de la substance sèche ont donné 0^{gr}00205972.

D'où 1^{gr}1765 de la substance sèche contiennent 0^{gr}00352 d'azote non digestible.

0^{gr}00360 }
0^{gr}00352 } En moyenne 0^{gr}00356

D'où 100^{gr} de bourgeons contiennent 0^{gr}0805 d'azote non digestible.

Le rapport de la quantité de l'acide carbonique dégagé à la température entre 18,5° et 20° en une heure à la quantité de l'azote non digestible est :

1. Culture précédente à la *température basse* :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{73,6}{71,6} = 1,02$$

2. Culture précédente à la *température moyenne* :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{53,4}{75,2} = 0,71$$

3. Culture précédente à la *température haute* :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{81,4}{80,5} = 1,01$$

Expérience N° 2.

Vicia Faba L. — Les extrémités des tiges étiolées (les bourgeons terminaux) avec les feuilles après 21 jours de germination, à une température comprise entre 17° et 20°.

I

3gr6340 de bourgeons étiolés ont été placés sur une solution de saccharose à 10 °/₀ à la lumière diffuse à une *température moyenne* (17° à 20°). Au bout de quatre jours, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 18° et 18,5°.

4 heures 8mg0

D'où 100gr de bourgeons étiolés dégagent en une heure 55mg0 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les bourgeons ont donné 0gr8536 de la substance sèche, ou 23,4 °/₀.

a) 0gr8438 de la substance ont donné 0gr0018174.

D'où 0gr8536 de la substance sèche contiennent 0gr00184 d'azote non digestible.

D'où 100gr de bourgeons contiennent 0gr0506 d'azote non digestible.

II

$3^{gr}3650$ de bourgeons étiolés ont été placés sur une solution de saccharose à 10 °/₀ à la lumière diffuse à une *température basse* (7,5° à 12°). Au bout de quatre jours, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 18° et 18,5°.

4 heures . . . . $10^{mg}8$

D'où 100^{gr} de bourgeons étiolés dégagent en une heure $80^{mg}2$ d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont donné $0^{gr}7856$ de la substance sèche, ou 23,3 °/₀.

a) $0^{gr}7761$ de la substance sèche ont donné $0^{gr}00163566$.

D'où $0^{gr}7856$ de la substance sèche contiennent $0^{gr}00165$ d'azote non digestible.

D'où 100^{gr} de bourgeons contiennent $0^{gr}0490$ d'azote non digestible.

Le rapport de la quantité de l'acide carbonique dégagé à une température de 18° à 18,5° en une heure, à la quantité de l'azote non digestible est :

1. Culture précédente à la *température basse* :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{80,2}{49,0} = 1,63$$

2. Culture précédente à la *température moyenne* :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{55,0}{50,6} = 1,08$$

Expérience N° 3

Vicia Faba L. — Les extrémités des tiges étiolées (les bourgeons terminaux) avec les feuilles après 20 jours de germination à une température comprise entre 17° et 20° ont été divisées en trois portions.

Ces trois portions de bourgeons ont été placées sur une relation de saccharose à 10 °/₀, dans l'obscurité, à une *température moyenne* (15° à 20°). Au bout de quatre jours, elles ont été placées à trois températures diverses.

I

6gr5990 de bourgeons étiolés ont été placés à une *température moyenne* (18° à 20°). Au bout de vingt-quatre heures ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 20° et 21,5°).

4 heures. . . . . 15mg6.

D'où 100gr de bourgeons étiolés dégagent en une heure 59mg1 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les bourgeons ont été placés de nouveau à une *température moyenne* (17° à 20°). Au bout de trois jours ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue à 20°.

3 heures 8mg8

D'où, 100mg de bourgeons dégagent en une heure 44mg9 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont donné 1gr5398 de la substance sèche, où 23,3 °/o.

a) 0gr8025 de la substance sèche ont donné 0gr00218089. D'où, 1gr5398 de la substance sèche contiennent 0gr00418 d'azote non digestible.

b) 0gr7215 de la substance sèche ont donné 0gr00193856. D'où 1gr5398 de la substance sèche contiennent 0gr00410 d'azote non digestible.

0gr00418 }
0gr00410 } en moyenne 0gr00414

D'où, 100gr de bourgeons contiennent 0gr0627 d'azote non digestible.

II

6gr4768 de bourgeons étiolés ont été placés à une *température basse* (8,5° et 11°). Au bout de vingt-quatre heures ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. Température : 20° et 21,5°.

4 heures. 13gr6

D'où, 100gr de bourgeons étiolés dégagent en une heure 52mg4 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont été placés de nouveau à une *température basse* (7,5° à 12° E). Au bout de trois jours, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. Température : 20 degrés.

3 heures. 10mg5

D'où, 100gr de bourgeons étiolés dégagent en une heure 53mg9 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les bourgeons ont donné 1gr5056 de la substance sèche, où 23,1 %.

a) 0gr8510 de la substance sèche ont donné 0gr00224146. D'où, 1gr5056 de la substance sèche contiennent 0gr00396 d'azote non digestible.

b) 0gr6380 de la substance sèche ont donné 0gr001575508. D'où, 1gr5056 de la substance sèche contiennent 0gr00384 d'azote non digestible.

0gr00396 } En moyenne 0gr00390
0gr00384 }

D'où, 100gr de bourgeons contiennent 0gr0602 d'azote non digestible.

III

6gr4370 de bourgeons étiolés ont été placés à une *température haute* (36°). Au bout de vingt-quatre heures, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 20° et 21,5°.

4 heures. 18mg4

D'où 100gr de bourgeons étiolés dégagent en une heure 71mg4 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont été placés de nouveau à une *température haute* (36,5° à 37,5°). Au bout de trois jours, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. Température : 20 degrés.

3 heures 17mg2

D'où, 100gr de bourgeons étiolés dégagent en une heure 89mg4 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont donné 1gr8916 de la substance sèche, ou 29,3 %.

1) 0gr9294 de la substance sèche ont donné 0gr00254436. D'où,

$1^{gr}8916$ de la substance sèche contiennent $0^{gr}00517$ d'azote non digestible.

2) $0^{gr}9440$ de la substance sèche ont donné $0^{gr}00254436$.

D'où $1^{gr}8916$ de la substance sèche contiennent $0^{gr}00509$ d'azote non digestible.

$$\left.\begin{matrix} 0^{gr}0051 \\ 0^{gr}00509 \end{matrix}\right\} \text{En moyenne } 0^{gr}00513.$$

D'où 100^{gr} de bourgeons contiennent $0^{gr}0796$ d'azote non digestible.

Le rapport de la quantité de l'acide carbonique dégagé à la température de 20° en une heure à la quantité de l'azote non digestible est :

1) Culture précédente à la *température basse* :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{53,9}{60,2} = 0,89$$

2) Culture précédente à la *température moyenne* :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{44,9}{62,7} = 0,71$$

3) Culture précédente à la *température haute* :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{89,4}{79,6} = 1,12$$

Expérience N° 4

Vicia Faba L. — Les extrémités des tiges étiolées (les bourgeons terminaux) avec les feuilles après 20 jours de germination à une température comprise entre 17° et 20°.

I

$5^{gr}6000$ de bourgeons étiolés ont été placés sur une solution de saccharose à 10 °/₀, à la lumière diffuse, à une *température basse* (7° et 11°). Au bout de quatre jours ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 18° et 20°.

4 heures. . . . . $17^{mg}8$.

D'où 100gr de bourgeons étiolés dégagent en une heure 78mg9 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les bourgeons ont été placés de nouveau à une *température basse* (7,5° à 11°). Au bout de trois jours ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 20° et 22°.

3 heures 30 minutes . . . . . 17mg2.

D'où 100gr de bourgeons dégagent en une heure 87mg4 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont donné 1gr 2388 de la substance sèche, ou 22,1 %.

a) 0gr6575 de la substance sèche ont donné 0gr00193856.

D'où 1gr2388 de la substance sèche contiennent 0gr00365 d'azote non digestible.

b) 0gr5752 de la substance sèche ont donné 0gr0218174.

D'où 1gr2388 de la substance sèche contiennent 0gr00391 d'azote non digestible.

0gr00365 }
0gr00391 } En moyenne 0gr00378.

D'où 100gr de bourgeons contiennent 0gr0675 d'azote non digestible.

II

5gr3673 de bourgeons étiolés ont été placés sur une solution de saccharose à 10 % à la lumière diffuse à une *température moyenne* (17° à 20°). Au bout de quatre jours ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 18° et 20°.

4 heures. 12mg5

D'où, 100gr de bourgeons dégagent en une heure 58mg1 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont été placés à une *température basse* (7,5° à 11°). Au bout de trois jours ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 20° et 22°.

3 heures 30 minutes 15mg6

D'où, 100gr de bourgeons dégagent en une heure 82mg9 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont donné 1gr2148 de la substance sèche, où 22,6 °/₀.

a) 0gr6262 de la substance sèche ont donné 0gr00193856. D'où 1gr2148 de la substance sèche contiennent 0gr00376 d'azote non digestible.

b) 0gr5810 de la substance sèche ont donné 0gr00163566. D'où, 1gr2148 de la substance sèche contiennent 0gr00342 d'azote non digestible.

0gr00376 }
0gr00342 } En moyenne 0gr00359

D'où, 100gr de bourgeons contiennent 0gr0668 d'azote non digestible.

III

5gr2160 de bourgeons étiolés ont été placés sur une solution de saccharose à 10 °/₀ à la lumière diffuse à une température moyenne (17° à 20°). Au bout de quatre jours ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 18° et 20°.

4 heures. 12mg5

D'où, 100gr de bourgeons étiolés dégagent en une heure 59mg8 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont été placés de nouveau à une *température moyenne* (17° à 20°). Au bout de trois jours, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue entre 20° et 22°.

3 heures 30 minutes 12mg0

D'où, 100gr de bourgeons étiolés dégagent en une heure 65mg3 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont donné 1gr1798 de la substance sèche, où 22,6 °/₀.

a) 0gr6618 de la substance sèche ont donné 0gr00218088. D'où, 1gr1798 de la substance sèche contiennent 0gr00323 d'azote non digestible.

b) 0gr5104 de la substance sèche ont donné 0gr00157508. D'où, 1gr1798 de la substance sèche contiennent 0gr00363 d'azote non digestible.

0gr00323 } En moyenne 0gr00343
0gr00363 }

D'où, 100gr de bourgeons contiennent 0gr0657 d'azote non digestible.

Le rapport de la quantité de l'acide carbonique dégagé à la température de 20°-22° en une heure à la quantité de l'azote non digestible est :

1) Culture précédente à la *température basse* :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{87,4}{67,5} = 1,29$$

2) Culture précédente à la *température moyenne* :

$$\frac{CO^2}{N} = \frac{65,3}{65,7} = 0,99$$

III. — Conclusions

Rappelons que dans toutes les expériences qui viennent d'être décrites, les extrémités des tiges étiolées de *Vicia Faba* avec les feuilles étaient coupées avec une plaque tranchante en platine. Les pièces coupées ont été divisées en deux ou trois portions, dont chacune a été prise et placée dans un vase plat rempli d'une solution de 10 °/₀ de saccharose. Une portion a été placée dans l'une des pièces du laboratoire de botanique, à une température moyenne, l'autre dans le vestibule, à une basse température, le troisième enfin, dans un thermostat, à une température élevée. Au bout de trois à sept jours, les trois portions ont été apportées dans une pièce à une température moyenne, après quoi on déterminait simultanément l'énergie de leur respiration dans trois appareils placés sur la même table à la même température moyenne.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus :

TEMPÉRATURE ANTÉRIEURE DES CULTURES	ACIDE CARBONIQUE DÉGAGÉ PAR GRAMMES DE BOURGEONS A t° 18-22								EN MOYENNE MILLIGRAMMES	EXCÈS POUR CENT
Moyenne (17-20)....	54,5	53,5	55,0	44,9	58,1	65,3	—	59,8	55,8	
Basse (7-12)	89,8	73,6	80,2	53,9	78,9	87,4	82,9	—	78,1	40 °/₀
Haute (36-37,5)......	81,4	—	—	89,4	—	—	—	—	85,4	53 °/₀

Conséquences :

1. Les extrémités des tiges étiolées cultivées sur du saccharose à une température moyenne et respirant ensuite à la même température, sont celles qui ont dégagé le moins d'acide carbonique.

2. Les extrémités des tiges étiolées cultivées sur du saccharose à une basse température et transportées ensuite dans une pièce ayant une température moyenne, ont respiré avec beaucoup plus d'énergie que les tiges laissées tout le temps dans la température moyenne de la chambre. Il en résulte que le passage d'une basse température à une température moyenne excite la respiration des plantes.

3. Une excitation encore plus marquée se fait voir dans les cultures préliminaires à une haute température. Les bourgeons transportés du thermostat dans la chambre ayant une température moyenne, avaient dégagé 85mg4 d'acide carbonique pour 100gr de bourgeons; autrement dit un excès de 53 °/₀ sur les bourgeons qui n'avaient pas éprouvé les changements de température.

La cause du phénomène trouvé ne se laisse pas encore tout à fait concevoir. En tout cas le changement dans l'énergie de la respiration obtenu par l'alternance des températures ne peut être placé sous la dépendance du changement opéré dans la rapidité de la croissance, car on s'était servi pour les recherches de parties des plantes croissant très lentement. En outre, les définitions de la quantité de la substance sèche à la fin des expériences ont indiqué

qu'à des températures différentes la différence dans l'assimilation a été très insignifiante, comme on le voit d'après le tableau ci-joint :

TEMPÉRATURE DES CULTURES	POIDS DE SUBSTANCE SÈCHE EN %			
Basse	25,0	23,3	23,1	22,6
Moyenne . . .	25,5	23,4	23,3	22,6
Haute	26,6	»	29,3	»

Bien que la cause de l'influence de l'alternance des températures sur l'énergie de la respiration des plantes nous soit inconnue, néanmoins les faits constatés ont une grande importance biologique. Ils nous prouvent qu'en étudiant les phénomènes physiologiques, il est très souvent impossible de se contenter de la connaissance des conditions dans lesquelles la plante se trouve au moment de l'expérience. Il est encore nécessaire de tenir compte de ce qu'elle a été *hier*. Comment la plante a-t-elle vécu hier? Voilà une question importante pour aujourd'hui. Ne sachant pas ce que la plante a été hier, nous ne pouvons dire positivement ce qu'elle nous donnera aujourd'hui.

En remontant de l'individu à l'espèce, nous voyons que des conditions de l'existence des aïeux dépendent les conditions de l'existence, aussi bien que l'aspect extérieur de la postérité.

La morphologie exprime deux importantes lois biologiques : la loi d'hérédité et celle de variabilité. Mais elle ne constate que le fait de l'existence de ces deux lois. La tâche du physiologiste consiste donc à expliquer ces lois, à trouver les causes dont dépendent l'hérédité et la variabilité. Il me semble que les expériences physiologiques qui démontrent l'influence de l'état antérieur (dans la large acception de ce mot) sur la vie ultérieure de la plante, aussi bien que l'étude des causes de différents effets se continuant par une sorte d'induction, est la base sur laquelle sera bâtie dans l'avenir l'explication des phénomènes de l'hérédité et de la variabilité. Les phénomènes vitaux résultent de tout un système complexe de réactions chimiques intimement liées entre elles. Il suffit d'influer d'une manière spéciale, sur l'un des phénomènes de la vie pour obtenir, dans la marche générale de cet ensemble de réaction, une déviation considérable qui à la fin pourra nous amener à la production de descendants différant sensiblement de leurs aïeux. Avec le temps, non seulement la physiologie de la nutrition, mais

aussi celle de la croissance, de même que la morphologie avec ses lois biologiques aboutiront en dernier ressort à l'étude des réactions chimiques.

Les expériences que je viens de décrire prouvent que l'alternance des températures excite la respiration des plantes. Il est certain que toute la série des réactions qui dépendent de la respiration, prend alors une nouvelle voie. On ne peut encore préciser jusqu'à quel point va se refléter le changement de l'énergie de la respiration. Mais d'après les dernières recherches si intéressantes de M. Gaston Bonnier (1) les seuls changements de température (les autres conditions restent égales) suffisent pour obtenir des plantes d'aspects extérieurs très différents. En plaçant pendant la nuit les différentes plantes dans des étuves entourées de glace et en les laissant croître pendant le jour dans des conditions normales au grand air, les exposant, par conséquent, à une alternance des températures extrêmes, M. Bonnier a obtenu des plantes douées des particularités propres à la flore alpine (croissance moindre, courts entrenœuds, feuilles petites, mais plus épaisses et floraison précoce). M. Vöchting (2) a démontré aussi que les différentes directions que prennent les pousses de *Mimulus Tilingii* dépendent de la température : à une température moyenne les pousses montent verticalement, tandis qu'à une température basse elles plient et prennent même une position horizontale.

Dans mes travaux précédents (3) j'ai démontré que l'énergie de la respiration des plantes dépend de la quantité des matières azotées actives qui s'y trouvent. Il était intéressant de voir si la même corrélation existait dans le cas donné.

Le taux de l'azote des matières protéiques non digestibles dans 100gr de bourgeons étiolés est, en milligrammes :

TEMPÉRATURE :	1	2	3	EN MOYENNE
Basse	71,6	49,0	60,2	60,3
Moyenne . . .	75,2	50,6	62,7	62,8
Haute	80,5	»	79,6	80,0

(1) Gaston Bonnier : *Expériences sur la production des caractères alpins des plantes par l'alternance des températures extrêmes.* Comptes rendus 1898, p. 307.
(2) Vöchting : Berichts botan. Gesellschaft. 1888, p. 370.
(3) Palladine : Revue générale de botanique. 1896, p. 225. 1899, p. 81.

Il en résulte qu'avec l'élévation de la température, la quantité des matières protéiques non digestibles augmente graduellement.

Le rapport de la quantité d'acide carbonique dégagé en une heure à la quantité de l'azote non digestible est :

TEMPÉRATURE :	1	2	3	4	EN MOYENNE
Basse	1,01	1,63	0,89	1,29	1,21
Moyenne	0,71	1,08	0,71	0,99	0,87
Haute	1,01	»	1,12	»	1,06

Les rapports donnés nous démontrent que l'élévation de l'intensité respiratoire résultant de l'alternance des températures ne dépend pas de la quantité des matières azotées actives. Bien que dans la culture à une basse température il se forme un peu moins de matières azotées actives que dans la culture à une température moyenne, les bourgeons transportés du froid dans un appartement ayant une température moyenne respirent beaucoup plus énergiquement que les bourgeons laissés tout le temps à une température moyenne. Quelles sont les causes qui provoquent l'élévation de l'énergie respiratoire par l'alternance des températures extrêmes ? C'est ce qu'il faudra rechercher par des travaux ultérieurs.

Varsovie : *Laboratoire de Botanique de l'Université.*

SUR UNE ANOMALIE DE LA VANILLE

par M. H. JACOB de CORDEMOY

J'ai reçu récemment de la Réunion une tige ou *liane* de Vanille (*Vanilla planifolia* Andr.) sur laquelie s'était développée une anomalie représentée dans la figure 54.

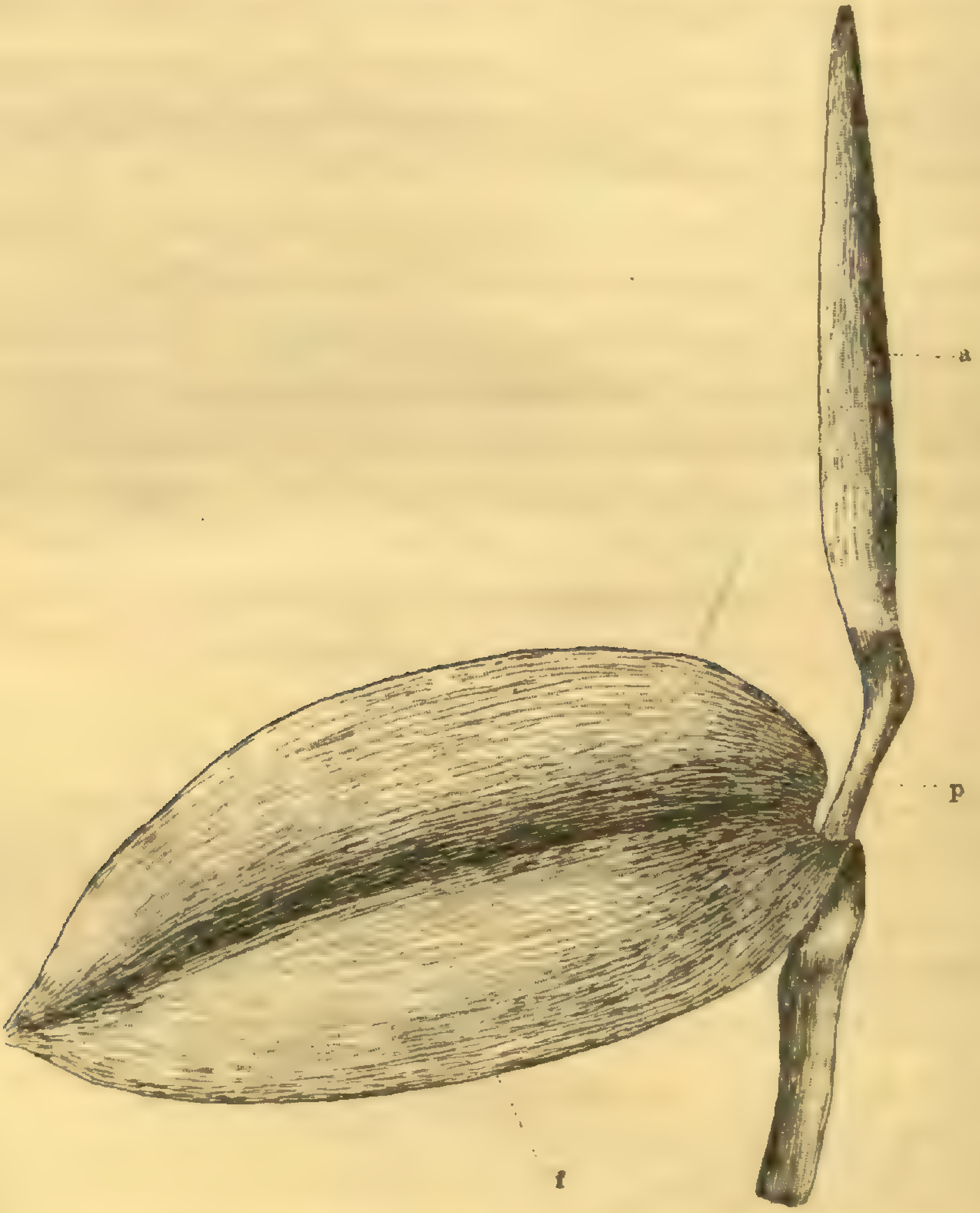


Fig. 54. — Vue d'ensemble de l'anomalie (sommet de la tige de Vanille) : *a*, corps fusiforme ; *p*, pédoncule ; *f*, feuille normale insérée au nœud.

Cette tige se terminait par un corps fusiforme un peu aplati, dressé (*a*), de huit centimètres de longueur et de un centimètre

de largeur dans sa partie la plus renflée. Ce corps était supporté par un pédoncule (*p*), long de trois centimètres et rétréci dans sa partie moyenne un peu aplatie également, et dont le plus grand diamètre mesurait trois millimètres.

L'organe ainsi constitué surmontait immédiatement un nœud auquel s'insérait une feuille (*f*) ; sa coloration était uniformément verte et ne différait en rien de celle de la tige et de la feuille.

Ajoutons que le corps en fuseau, ainsi que le montre la figure, n'était pas situé dans le prolongement de son pédoncule, mais formait avec celui-ci un angle largement obtus ouvert du côté de la feuille.

La tige de Vanille en question portait un peu plus bas un rameau qui présentait à son extrémité un organe anormal absolument semblable à celui qui vient d'être décrit.

Dans ces deux cas, l'organe paraissait se dresser au sommet de la tige, au-dessous du nœud, et la terminer. Mais on pouvait supposer aussi que le pédoncule partait de l'aisselle de la feuille et que, en définitive, l'organe était axillaire.

En un mot, deux hypothèses étaient, au premier examen, possibles en ce qui concernait l'insertion et le point d'origine de ce corps anormal ; et, de plus, aucun caractère extérieur ne permettait de dire quelle était sa nature véritable.

L'étude anatomique attentive m'a conduit à donner facilement réponse à ces deux questions que l'on devait se poser :

1° Quelle était la nature morphologique de cet organe anormal.

2° Quelle était son point d'insertion réel.

Ce sont ces recherches de morphologie interne que je vais résumer, dans l'ordre même où elles ont été effectuées.

I. Étude du corps fusiforme

Tout d'abord, en pratiquant une simple section dans le fuseau (*a*), on s'apercevait qu'il était creux, et que sa cavité interne était limitée par une paroi lisse, d'un vert plus pâle que la surface externe, et revêtue d'un épiderme semblable.

Une coupe passant par la partie moyenne renflée représente la section transversale de la paroi du fuseau creux : c'est une bande elliptique d'environ un millimètre de largeur, dont le grand axe,

en tenant compte de la situation relative du corps anormal et de la feuille voisine, est compris dans un même plan avec l'axe longitudinal de celle-ci (fig. 55, schéma). Quand on examine dans son ensemble cette coupe, on est immédiatement frappé par la disposition des faisceaux libéro-ligneux. Ces faisceaux, en effet, au nombre de dix, sont disposés symétriquement par rapport au plan passant par le grand axe de la zone elliptique : en un mot, on voit que la symétrie de structure est bilatérale. A l'extrémité de l'axe, opposée à la feuille adjacente, se trouve le faisceau le plus gros ; en face de lui, à l'autre extrémité du même axe, un faisceau moins volumineux ; enfin, de part et d'autre de la ligne qui les joint, huit autres faisceaux de dimensions variables, placés symétriquement. Tous ces faisceaux longitudinaux sont reliés les uns aux autres par de petits faisceaux transversaux qui traversent le parenchyme intermédiaire.

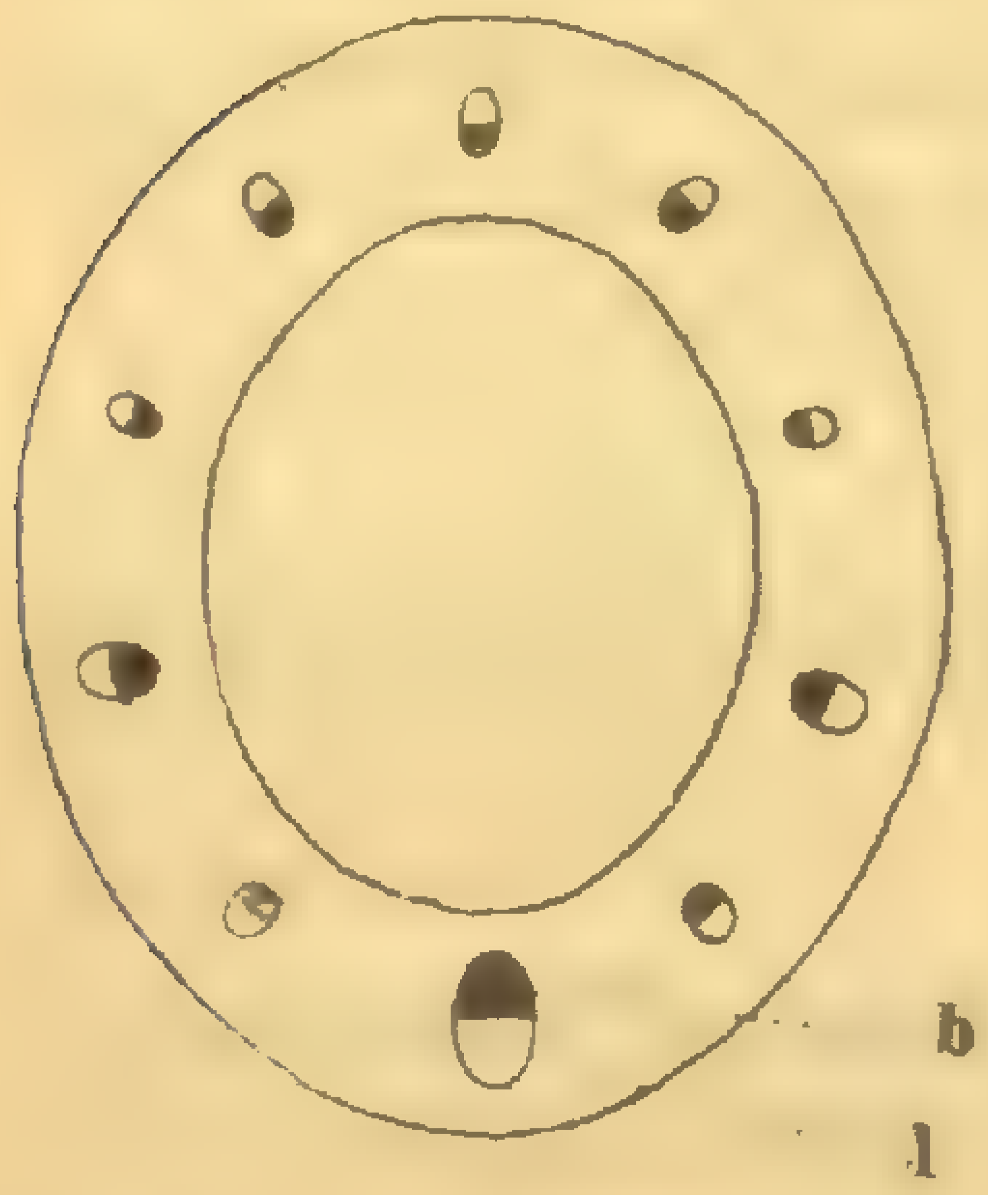


Fig. 55.— Coupe transversale schématique du corps fusiforme creux, au niveau de sa partie moyenne renflée, montrant la disposition symétrique des faisceaux libéroligneux par rapport à un plan médian vertical : *b*, bois du faisceau dorsal ; *l*, liber. De même dans les autres faisceaux le bois est la partie noire, et le liber la partie blanche.

Ces caractères généraux de structure prouvent dès ici qu'il ne s'agit pas d'un organe axile, mais d'un organe de nature foliaire, la symétrie bilatérale est, en effet propre à la feuille et aux organes qui en dérivent ; et l'on sait, en outre, que dans la feuille des Monocotylédones, les faisceaux longitudinaux sont réunis les uns aux autres par des faisceaux transversaux (1).

La figure 56 donne les détails de la structure anatomique de l'organe anormal. C'est la région comprenant le faisceau dorsal (le plus inférieur dans le schéma précédent) qui parcourt le bord opposé à la feuille. Entre deux epidermes, l'un externe (*er*), l'autre interne (*ei*), presqu'identiques, et dont les cellules renferment chacune un cristal octaédrique d'oxalate de chaux, s'étend un

(1) Comme, par son aspect extérieur, cet organe fusiforme rappelait beaucoup une « gousse » de vanille, on aurait pu supposer qu'il s'agissait d'un fruit inséminé, demeuré stérile. Mais alors, l'ovaire étant constitué par trois carpelles, on aurait constaté une symétrie par rapport à un axe, ce qui n'existe pas.

parenchyme homogène formé de grandes cellules arrondies, lâchement unies, et laissant entre elles de larges méats. Il convient seulement de remarquer qu'au-dessous de l'épiderme externe règne un hypoderme constitué par des cellules étirées tangentiellement. Toutes ces cellules parenchymateuses contiennent de la chlorophylle, plus abondante dans la couche externe.

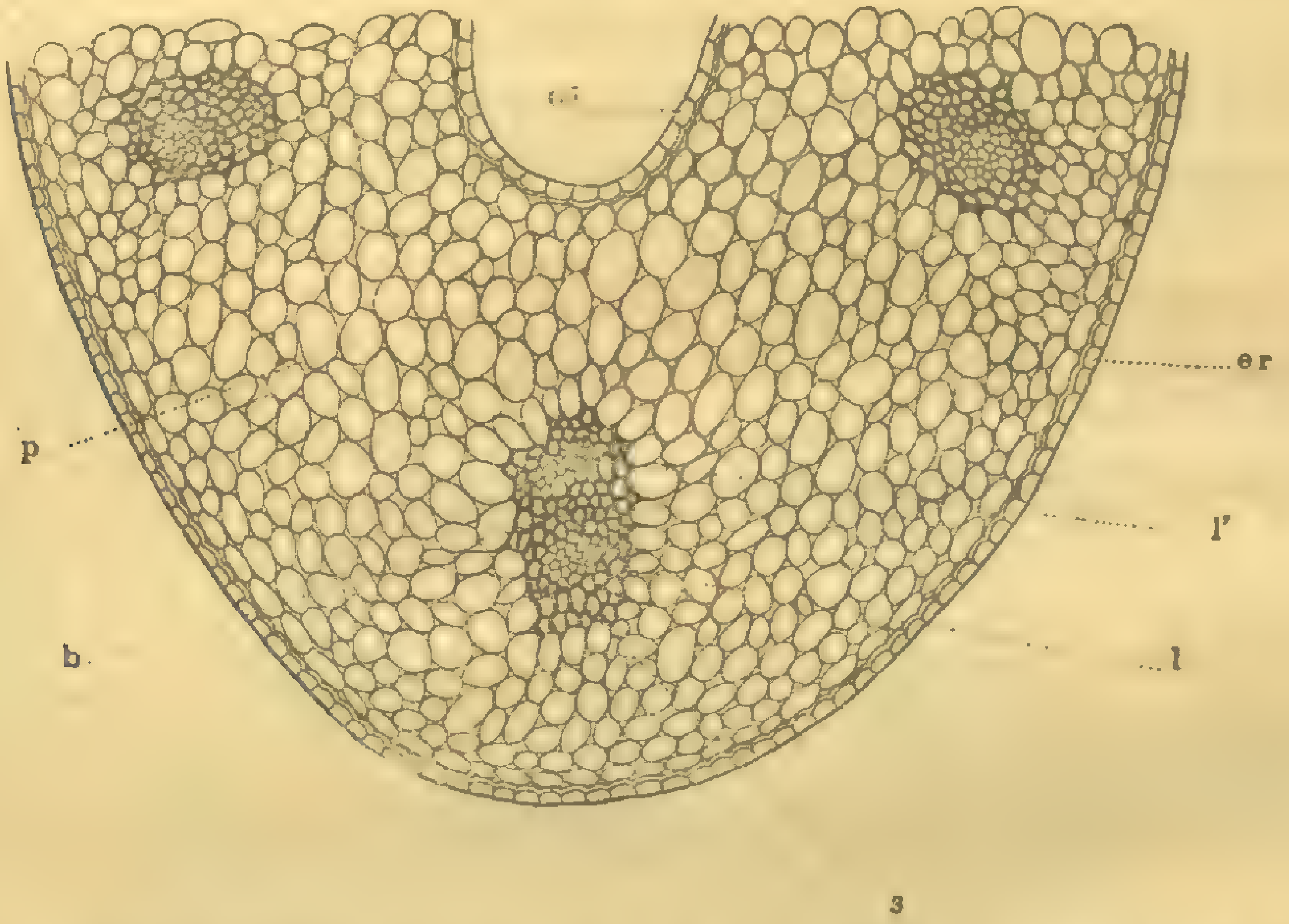


Fig. 56. — Coupe donnant la structure du corps fusiforme. Les trois faisceaux figurés sont les trois faisceaux inférieurs du schéma précédent : celui du milieu est le faisceau dorsal qui est bicollatéral : *l*, son liber externe ; *l'*, son liber interne ; *b*, bois ; *s*, sclérenchyme ; *er*, épiderme externe ; *ei*, épiderme interne ; *p*, parenchyme.

Le parenchyme foliaire est parcouru par les dix faisceaux longitudinaux disposés comme nous l'avons dit. Nous représentons les sections transversales de trois d'entre eux. Le médian ou dorsal, le plus gros de tous, est bicollatéral : il comprend deux groupes libériens (*l* et *l'*), séparé par le bois (*b*) (1). Tous les autres faisceaux sont simplement collatéraux : ils sont orientés de telle sorte que leur liber se trouve *en dehors*, tandis que le bois regarde *en dedans*, c'est-à-dire vers le centre de l'organe. Ils sont tous entourés d'une gaîne de sclérenchyme (*s*), plus épaisse au dos du liber, et qui forme le stéréome de l'organe.

(1) Toutefois, cette composition du faisceau dorsal n'est pas constante, et dans l'un des deux cas que nous avons examinés, il était simplement collatéral comme ceux qui l'accompagnent et comme le faisceau médian de la feuille.

Comparaison avec la structure de la feuille. — Comparons maintenant cette structure avec celle de la feuille. La fig. 57 représente une coupe transversale passant par la côte médiane du limbe de la feuille. Entre les deux épidermes supérieur (*es*) et inférieur (*ei*) dont les cellules renferment chacune également un cristal ortaédisque d'oxalate de chaux et les deux hypodermes correspondants, on observe un parenchyme homogène, chlorophyllien, formé de grandes cellules arrondies, lâchement unies et laissant entre elles des méats nombreux. Ce parenchyme est parcouru par les nervures longitudinales et parallèles reliées les unes aux autres par de

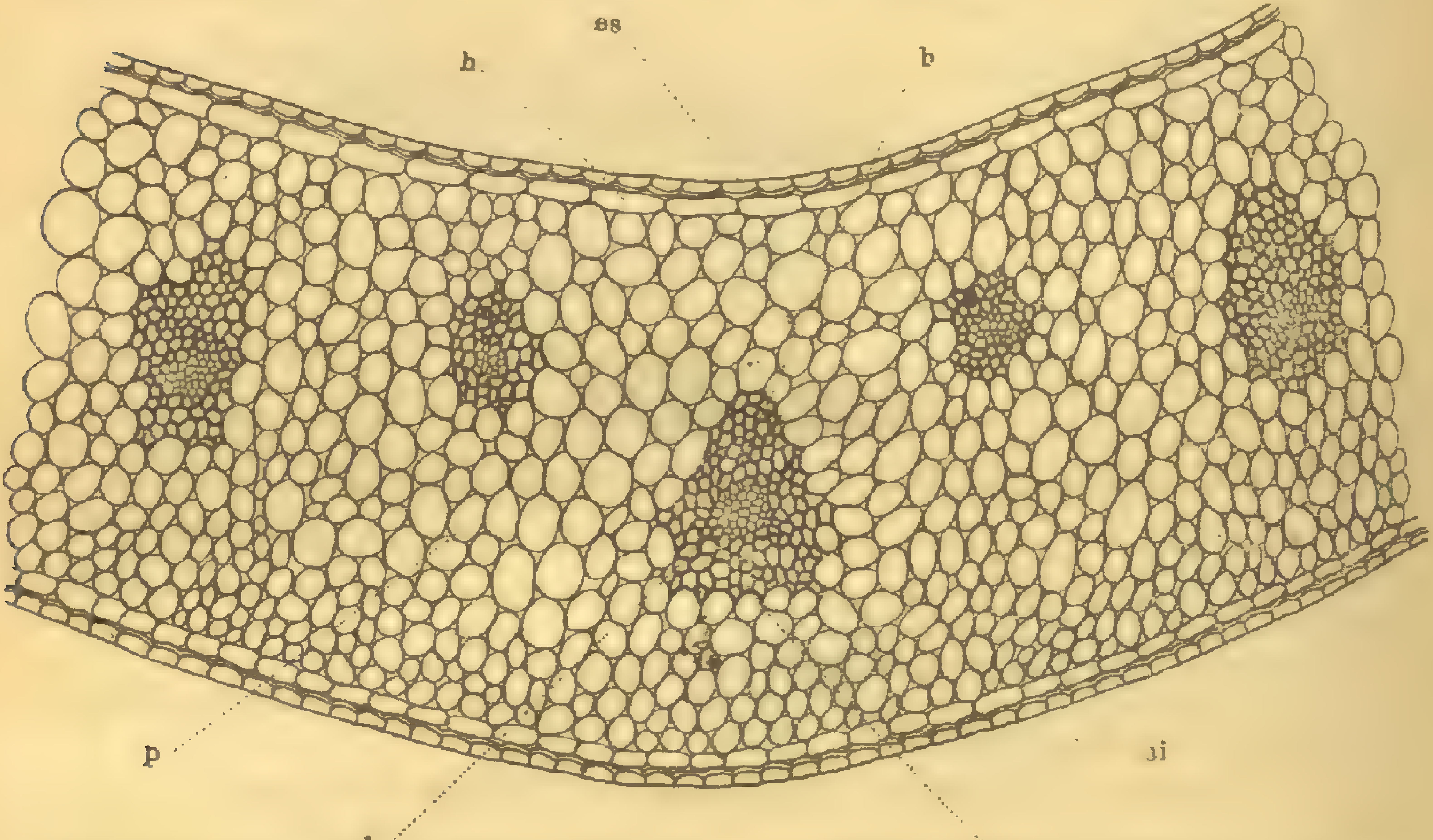


Fig. 57. — Coupe transvers ale de la feuille normale, au niveau de la côte médiane : *es*, épiderme supérieur ; *ei*, épiderme inférieur ; *h*, hypoderme ; *b*, bois et *l*, liber du faisceau médian (nervure médiane) ; *s*, sclérenchyme ; *p*, parenchyme.

fréquentes nervures transversales. Le faisceau médian est l'homologue du faiseau dorsal de l'organe anormal ; mais il ne possède pas, comme celui-ci, de double liber. De part et d'autre de ce faisceau médian ont été figurés deux paires de faisceaux plus petits et symétriques. Tous ces faisceaux ont, selon la règle, leur liber orienté vers la face inférieure, et leur bois vers la face supérieure de la feuille. Ils sont tous aussi entourés de sclérenchyme qui assure la rigidité de l'organe et forme le stéréome de la feuille.

En résumé, de cette comparaison de la structure de l'organe

fusiforme et de la feuille voisine, il ressort que les caractères de morphologie interne offrent de grandes analogies et que, en somme, les différences se réduisent à deux : l'existence, dans la feuille, d'un hypoderme supérieur qui fait défaut sous l'épiderme interne du corps en fuseau, homologue, de l'épiderme supérieur du limbe foliaire ; en second lieu, l'organe peut présenter un faisceau dorsal exceptionnellement bicollatéral.

II. Étude du pédoncule

Faisons maintenant une section transversale du pédoncule (*p*) de la fig. 54.

La fig. 58 reproduit une pareille coupe pratiquée dans la région

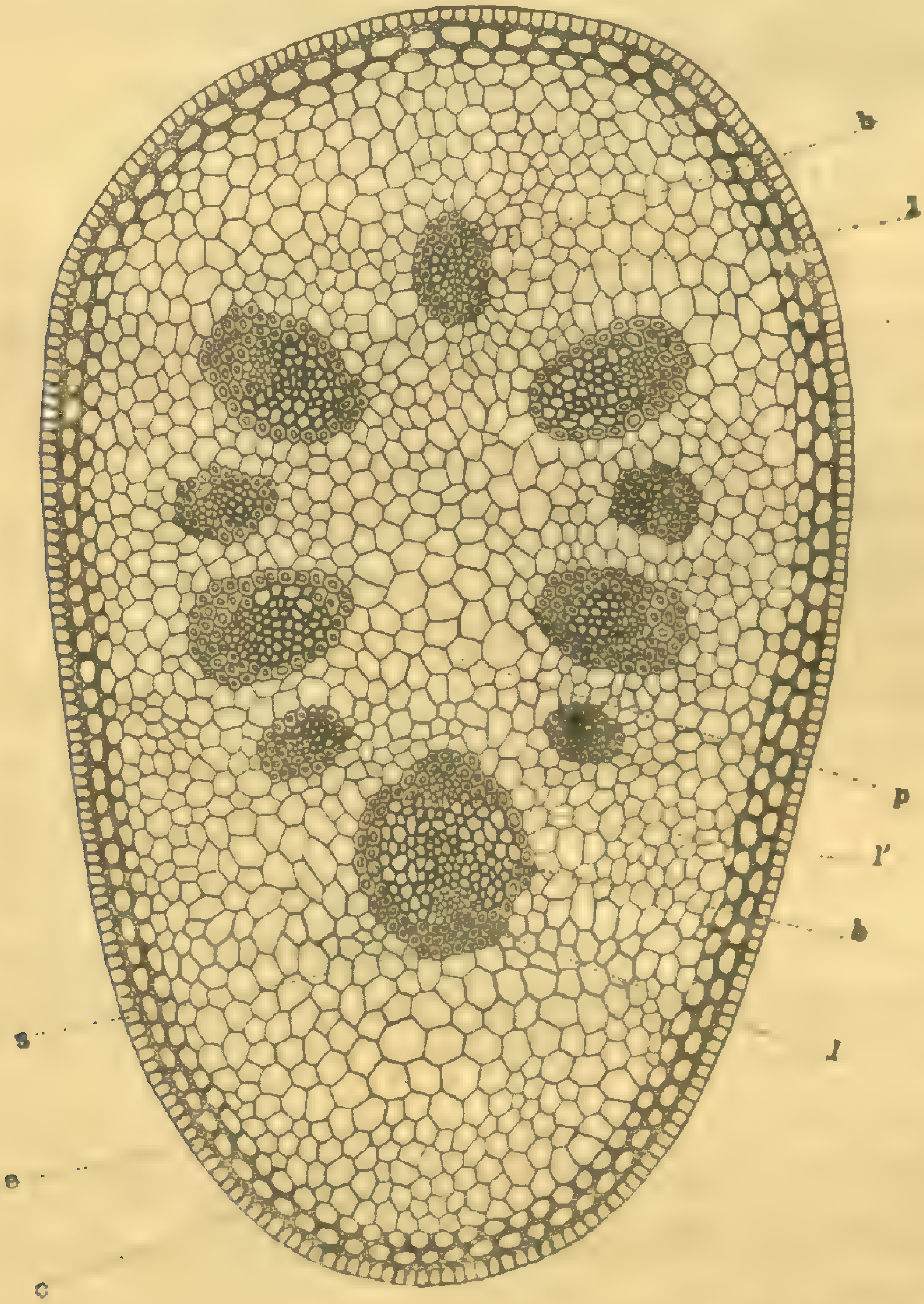


Fig. 58. — Coupe transversale du pédoncule, au milieu de sa longueur, montrant la disposition symétrique des faisceaux libéro-ligneux par rapport à un plan médian vertical ; *e*, épiderme ; *c*, collenchyme ; *l* et *l'*, liber externe et interne du faisceau dorsal bicollatéral ; *b*, bois ; *s*, sclérenchyme (fibres à parois épaisses) ; *p*, parenchyme conjonctif.

moyenne. La disposition des faisceaux libéro-ligneux indique, au premier examen, une structure pétiolaire. Ces faisceaux, en effet, au nombre de dix, sont rangés symétriquement par rapport à un plan médian vertical passant par le faisceau dorsal et celui qui lui est directement opposé. Ce faisceau dorsal est bicollatéral comme celui qui le continue dans la partie fusiforme de l'organe anormal. Les autres tournent leur liber en dehors et leur bois en dedans, sauf le faisceau médian ventral. Celui-ci a une orientation inverse de celle que l'on observe, en général, dans les pétioles où l'axe libéro-ligneux est fermé : il a, en effet, son liber en dedans et son bois en dehors. Mais cette particularité s'explique par le mode de formation du pédoncule, tel que nous le concevons. Nous y reviendrons.

Remarquons que tous ces faisceaux sont entourés de fibres à parois très épaisses, particulièrement développées au dos du liber. Ce sont des éléments de soutien plus puissants que ceux que nous avons rencontrés jusqu'ici

Pour achever la description anatomique de ce pédoncule, ajoutons que l'on voit sous l'épiderme deux assises continues de collenchyme, qui enveloppent complètement le massif conjonctif central formé de cellules à contour polygonal.

Comparaison avec la partie rétrécie et engaînante de la feuille. — Une coupe pratiquée au niveau de la portion engaînante de la feuille, immédiatement au-dessus de son insertion sur la tige, nous montre : 1° deux épidermes nettement cuticulisés, à membrane cellulosique interne notablement épaisse. Il n'y a pas de collenchyme. Le parenchyme général est formé de cellules arrondies, mais fortement pressées les unes contre les autres avec de rares méats. Les faisceaux offrent les plus grandes anomalies avec ceux du pédoncule, sauf cette différence que le faisceau dorsal de celui-ci est bicollatéral, ce qui, du reste, n'est pas constant. On peut remarquer comme précédemment, le grand développement des fibres périfasciculaires, surtout au dos du liber où l'on observe un axe scléreux épais. Ces faisceaux sont orientés normalement, le bois en haut et le liber en bas.

En résumé le pédoncule de l'organe anormal provient de la portion engaînante d'une feuille, qui a d'abord acquis une plus grande longueur et dont les deux parties latérales et symétriques

se sont appliquées l'une contre l'autre suivant leur face supérieure pour se fusionner ensuite. Ainsi s'explique l'orientation particulière des éléments du faisceau ventral du pédoncule, si l'on admet que ce faisceau résulte de la soudure de deux faisceaux marginaux

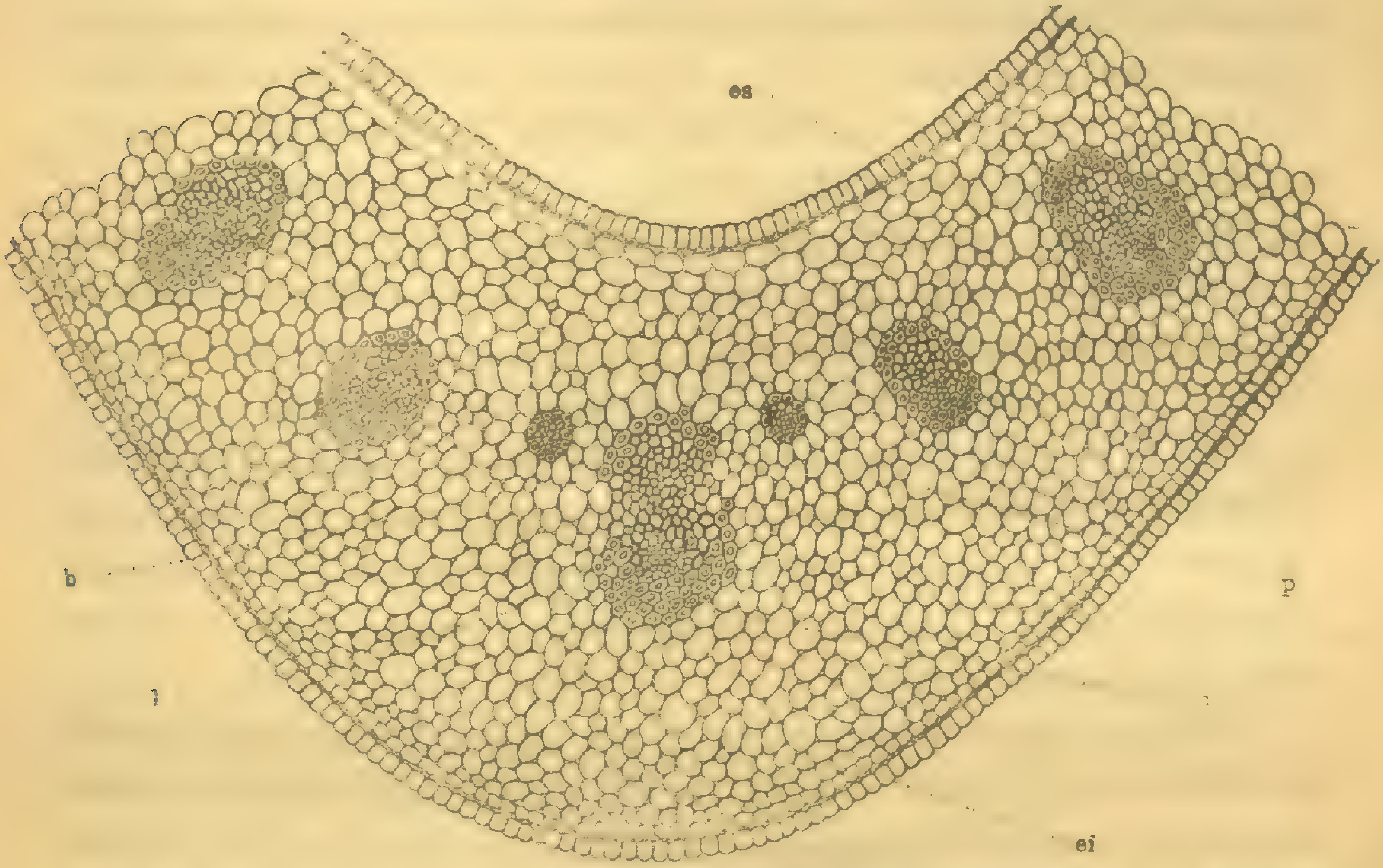


Fig. 59. — Coupe transversale de la partie rétrécie et engainante de la feuille normale : *es*, épiderme supérieur ; *ei*. épiderme inférieur ; *l*, liber et *b*, bois du faisceau médian (nervure médiane) ; *s*, gaine fibreuse ; *p*, parenchyme.

de la gaîne, lesquels ont dû subir en même temps une rotation de un quart de cercle, le bois se dirigeant en dehors et le liber en dedans (1).

Conclusions

De tout ce qui précède, nous pouvons conclure que cet organe anormal de la vanille n'est pas autre chose qu'une feuille dégénérée, demeurée très étroite, rudimentaire, et qui s'est repliée de manière à se souder par ses bords, du moins en ce qui concerne la partie fusiforme.

(1) Nous devons faire remarquer que le faisceau correspondant du fuseau (fig. 55, schéma) est régulièrement orienté. Cela se conçoit si l'on observe que le corps fusiforme s'est formé d'autre façon, par affrontement et légère incurvation en dedans des bords du limbe foliaire.

Celle-ci, en effet, résulte de la soudure des bords, du limbe; sa surface externe — ainsi que celle de son pédoncule — correspond à la face inférieure de la feuille, tandis que la surface interne qui limite la cavité centrale n'est autre que la face supérieure du limbe. On conçoit, d'ailleurs, aisément qu'une feuille de vanille, en s'enroulant comme nous venons de l'expliquer, puisse donner naissance à un corps fusiforme.

Le pédoncule, avons-nous dit, dérive de la portion filiaire engaînante qui, après s'être allongée, s'est repliée de manière à appliquer l'une contre l'autre les parties symétriques de sa face supérieure qui se sont fusionnées pour former une sorte de pétiole.

Quel est le point d'insertion de cet organe? En faisant une coupe longitudinale de la tige au niveau du nœud de manière à passer à la fois par le pédoncule et la feuille, on voit les faisceaux libéro-ligneux, après entrecroisements et quelques anastomoses, les uns se recourber pour se diriger presqu'horizontalement vers la base de la feuille, et les autres s'incliner légèrement pour se rendre dans le pédoncule dressé.

La même coupe montre encore autre chose. A chacun des nœuds et normalement, dans la vanille, en un point opposé à l'insertion de la feuille, et un peu au-dessus du niveau de cette insertion, prend naissance une racine latérale. Or, dans la coupe, on observe, à la base du pédoncule, une pareille racine, en voie de développement, avec ses trois couches caractéristiques et leurs initiales; le tout forme une sorte de mamelon encore recouvert de quelques assises de l'écorce qui les séparent de l'extérieur. Dans le second cas que j'ai pu examiner, cette racine, plus développée, faisait saillie au dehors. Une section transversale, dès lors facile à pratiquer, permettait d'y distinguer. déjà bien différenciés, tous les éléments d'une racine latérale ordinaire. Le système fasciculaire de cette racine venait directement se mettre en rapport avec celui de la tige, au niveau du nœud.

Mais cette racine était indépendante du pédoncule, et située au-dessous de lui : elle s'insérait exactement dans la concavité de la courbe décrite par les faisceaux qui de la tige passaient dans ce pédoncule.

De ces faits on doit conclure que l'organe anormal n'est pas inséré au nœud, à l'opposé de la feuille qui s'y trouve, mais qu'en

réalité il est situé à l'extrémité d'un entre-nœud très court, non développé, dont il a pris la place au sommet de la tige en arrêtant la végétation de celle-ci. Par suite, la feuille dégénérée qui lui a donné naissance doit être considérée comme supérieure et alterne par rapport à la feuille normale voisine.

L'anomalie que nous venons d'étudier a été rencontré sur la propriété de M. Dureau de Vaulcomte, à la Réunion ; elle existait sur plusieurs pieds de Vanille, nous dit on. Mais il est un point que nous regrettons de n'avoir pu élucider. On a remarqué, en effet, à la Réunion, que lorsque l'on rejette des fragments de fruits bien mûrs de Vanille, lors de la préparation industrielle, les graines germent et donnent de jeunes plantes en général assez rabougris, qui ne tardent pas à dépérir. Or, l'anomalie en question pourrait bien être une dégénérescence particulière de ces pieds venus de graines ; mais comme elle a été trouvée en un endroit où les lianes provenaient à la fois de plantules de germination et de boutures, plantées pêle-mêle, on ne saurait rien affirmer à cet égard.

LA VÉGÉTATION

DE L'ILE DE LESBOS (MYTILÈNE)

par M. **PALÉOLOGOS C. CANDARGY**

L'*île de Lesbos* (*Mytilène* ou *Métélin*), comprise entre 38°57' et 39°23' de latitude Nord et entre 25°50' et 26°38' de longitude Est de Greenwich, est située dans la mer Égée, à proximité des côtes de l'Asie Mineure. La plus courte distance qui existe entre Lesbos (cap Tomari) et l'Asie-Mineure (îles Hékatonisses) est de 7 milles marins; la plus grande distance (entre le cap Scarmiá et le fond du golfe d'Adramytte) est de 40 milles.

L'île de Lesbos est presque entièrement montagneuse. Elle a à peu près la forme d'un triangle dont la base est découpée par deux grands golfes, celui de Kalloni et celui de Hiera. Elle est divisée, par ces deux golfes, en quatre petites péninsules ou régions géographiques, qui prennent le nom des montagnes les plus élevées qu'elles renferment. La région du Nord Est, baignée par la mer Éolienne, qui n'est autre que le détroit situé entre Lesbos et l'Asie-Mineure, est la *Lepetymnie*, du nom de la montagne Lepetymnon, haute de 840 mètres. La région du Sud-Ouest, située sur la mer Égée et le golfe de Kalloni, est l'*Ordymnie*, du nom de la montagne Ordymnos, volcan éteint haut de 515 mètres. La région Sud, située entre les golfes de Kalloni et de Hiera, est l'*Olympie*, du nom de la montagne Olympos (mont Olympe), la plus haute de l'île (990 mètres). Enfin, la péninsule située entre le golfe de Hiera et la mer Éolienne est la *Maléa*, du nom de la montagne Maleas, haute de 580 mètres : cette dernière région est beaucoup plus petite que les trois autres.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les quatre divisions géographiques de l'île de Lesbos ; elles n'ont au point de vue botanique qu'une importance plus que secondaire, car les limites des régions végétales que nous allons décrire sont loin de concorder avec celles des régions établies par les géographes qui se sont basés sur la configuration physique de l'île.

Nous diviserons notre travail sur la végétation de l'île de Lesbos en deux parties. Dans la première, nous étudierons successivement les diverses régions botaniques de l'île et dans la seconde nous établirons les affinités des éléments floraux de ces différentes régions avec les flores des autres pays.

I. — Régions botaniques.

On peut diviser l'île de Lesbos en six régions botaniques bien distinctes :

1° La région littorale ;
2° La région des plaines ;
3° La région de l'*Olea europæa*, var. *oleaster* ;
4° La région du *Pinus maritima* ;
5° La région du *Quercus Ægilops* ;
6° La région du *Castanea vulgaris*.

Comme on peut le voir sur la carte de l'île (Pl. 12 et 13), ce sont les régions de l'*Olea europæa*, var. *oleaster*, du *Pinus maritima* et du *Quercus Ægilops* qui sont de beaucoup les plus étendues. La région des plaines, représentée par des îlots disséminés surtout autour du littoral, a, dans son ensemble, une importance moins grande que les trois régions précédentes ; quant à la région du *Castanea vulgaris*, elle est très restreinte et n'est représentée que dans la zone montagneuse supérieure de l'Olympos et du Lepetymnon.

Il est facile aussi de se rendre compte que les affinités entre les régions géographiques et les régions botaniques de l'île sont presque nulles. En effet, toutes les régions botaniques de l'île sont représentées dans la Lepetymnie et il en est sans doute de même dans l'Olympie où, cependant, la région du *Quercus Ægilops* est indiquée sur la carte comme faisant défaut ; mais nous n'avons pas pu explorer suffisamment cette région géographique pour pouvoir affirmer d'une manière absolue l'absence du *Quercus Ægilops*. Dans la Maléa quatre des régions botaniques sont également représentées ; seule l'Ordymnie correspond, dans sa plus grande partie, à la région du *Quercus Ægilops*, mais on y trouve aussi, sans parler de la région littorale, des îlots de terrains occupés par la flore des régions des plaines et de l'*Olea europæa*.

L'île de Lesbos n'est donc pas divisée en régions botaniques nettement délimitées : ces régions se succèdent ou se pénètrent suivant la nature des influences qui déterminent, dans chacune d'elles, la distribution des espèces. Parmi ces influences, il faut surtout citer celles du voisinage de la mer, de l'altitude, de l'exposition et de la nature du sol. Cette dernière a dans notre île une grande importance ; aussi, à propos de chaque région insisterons-nous plus particulièrement sur la concordance que l'on observe souvent entre les régions botaniques et les régions géologiques de l'île et, par conséquent, sur les relations de la végétation avec la nature physique ou chimique du sol (1).

I. Région littorale.

La région littorale comprend l'ensemble des terrains directement exposés à l'action des eaux de la mer ou soumis simplement à l'influence des embruns. Cette région est représentée par une bande plus ou moins large de terrains distribués autour de l'île et dont la nature varie avec la composition géologique des côtes. Les eaux marines ou saumâtres de la ceinture littorale et des embouchures doivent être aussi rangées dans cette zone.

La nature physique des roches a une influence marquée sur la distribution des espèces qui caractérisent la région littorale, mais l'influence prédominante est celle du sel marin.

Les espèces les plus intéressantes de la région sont les suivantes :

1° *Espèces marines* : (2)

Zostera nana,
Z. marina,
Posidonia oceanica (3).

(1) Le document géologique le plus important à consulter est : *La géologie des îles de Mételin (Lesbos), Lemnos et Thasos*, par M. L. de Launay, Paris, 1898.

(2) Les algues principales sont : Enteromorpha intestinalis (L.) Link, Ulva lactuca (L.) Le Sol, U latissima Agardh., Anadyomene stellata (Wull.) Ag., Udotea Desfontainii Lamr, Halimeda Opuntia Lamr., H. Tuna Lamr., Codium elongatum Ag., C. bursa Ag., Dosycladus clavæformis (Roth) Ag., Valonia utricularis (Roth) Ag, Dictyopteris polypodioides (Desf.) Lamr, Cystoseria barbata Ag., Sargassum ilicifolium Ag., Padina pavonia (L.) Gaill., Ectocarpus sp., Sphacelaria scoparia Ag, Hydroclathrus sinuosus (Roth) Zanard, Chorda filum (L.) Stackh., Porphyra spec., Peyssonelia squamaria (Gmel.) J. Ag, P. rubra (Grev.) J. Ag., Ptilota, Plocamium, Delesseria spec., Grateloupia filicina (Wull.) Ag.

(3) Les feuilles de *Posidonia* rejetées sur le rivage par la mer sont quelquefois employées comme engrais pour l'Olivier.

2° *Espèces des eaux saumâtres* (1) :

Chara sp,
Ruppia rostellata,
Scirpus maritimus,
Tamarix parviflora (1),
Salicornia herbacea,
S. fruticosa,
Obione portulacoides,
Tripolium vulgare.

3° *Espèces des plages plus ou moins sableuses :*

Phleum arenarium,
Agropyrum littorale,
A. junceum.
Cyperus schnœnoides,
Allium staticiforme,
Pancratium maritimum,
Polygonum maritimum,
Anthemis tomentosa,
Diotis maritima,
Centaurea spinosa,
Verbascum pinnatifidum,
Plantago arenaria,
P. squarrosa v. brachystachys,
Mathiola tricuspidata,
Cakile maritima,
Malcolmia flexuosa,
Silene juvenalis v. æolica P. Cand.,
Euphorbia Peplis,
Eryngium maritimum,
Medicago marina.

4° *Espèces des rochers maritimes :*

Allium compactum P. Cand., roches calcaires non cristallines,
Sonchus tenerrimus, roches siliceuses et calcaires non cristallines,
Silene sedoides, roches calcaires cristallines (marbres blancs),
Silene fabaria, peridotites et serpentines,
Lavatera arborea, fentes de marbres,
Crithmum maritimum, roches calcaires non métamorphiques.

5° *Espèces des étangs saumâtres desséchés :*

Atropis festucæformis,
Juncus acutus,
J. maritimus,
J. ponticus,
J. Gerardi,
Obione portulacoides,
Salicornia herbacea,
S. fruticosa,
Euphorbia Paralias,
Melilotus neapolitanus.

6° *Espèces des prairies maritimes non sablonneuses :*

Æluropus littoralis,
Polypogon maritimum,
Lepturus incurvatus,
L. filiformis,
Hordeum maritimum,
Asphodelus fistulosus,
Iris ochroleuca,
Albersia Blitum,
Salsola Tragus,
S. Soda,
Atriplex hastatum,
A. patulum,

(1) Le *Tamarix parviflora* vit presque dans l'eau de mer au golfe de Hiera, dont le sol s'est affaissé par suite du tremblement de terre de 1867.

A. roseum,
Beta maritima,
Elæagnus orientalis,
Artemisia fragrans,
Centaurea spinosa,
Lycium europæum,
Erythræa latifolia,
E. maritima,
Statice sinuata,
S. Limonium,
S. rorida v. prolifera,
S. echioides,
Mathiola tricuspidata
Malcolmia flexuosa,
Sagina maritima,
Spergularia media,
S. salina,
S. marginata,
Frankenia pulverulenta,
F. hispida,
Euphorbia Paralias,
E. Peplus v. maritimum,
Hippomarathrun cristatum

7° *Espèces de l'intérieur qui vont jusqu'au bord de la mer :*

Cynodon Dactylon,
Asparagus acutifolius,
Convolvulus arvensis,
Scolymus hispanicus,
Glinus lotoides,
Trifolium uniflorum,
Anthemis cretica,
Picridium vulgare,
Vaillantia muralis,
Glaucium luteum,
Frankenia pulverulenta,
Ecbalium elaterium.

Les caractères morphologiques et anatomiques des espèces des listes précédentes n'offrent rien de bien particulier ; ce sont ceux que présentent la plupart des plantes de la flore littorale.

Sur 82 espèces exclusivement littorales, on compte 15 espèces annuelles, 57 vivaces et 5 ligneuses. Ces dernières sont représentées par les genres *Elæagnus*, *Centaurea*, *Artemisia*, *Lycium* et *Tamarix* (1).

On trouve chez les *Spergularia salina* et *media* tous les passages intermédiaires entre l'état annuel et l'état vivace. Au contraire, le *Koniga maritima*, ordinairement vivace, est représenté par la variété *annua* P. Cand.

II. Région des plaines

La région des plaines comprend les lieux incultes ou les plaines cultivées. Comme nous l'avons dit déjà, l'étendue de cette région est restreinte ; elle n'est un peu développée qu'autour des golfes de Kalloni et de Hiera.

Les principales cultures de la région des plaines sont celles du Figuier, de la Vigne, de l'Oranger, du Citronnier, des Céréales, du Mûrier, etc.

(1) L'absence de l'*Hippophae* est à noter.

Les espèces de cette région, d'un intérêt un peu particulier pour notre île, sont :

Allium pruinosum P. Cand.,
Marrubium hyperleucum P. Cand.,
Veronica lesbiaca P. Cand.,
Plantago subverticillata P. Cand.,
Brassica brachycarpa P. Cand.,
Raphanistrum glaucum P. Cand.,
Erianthus strictus,
E. Ravennae,
Alopecurus agrestis v. tonsus,
Allium sphærocephalum v. viridi-album,
Celtis australis,
Ulmus campestris,
Ficus carica spont. (et de la région de l'Olivier),
Cirsium lanceolatum,
Notobasis syriaca,
Silybum Marianum,
Datura Stramonium,
Ranunculus rumelicus,
Diplotaxis viminea v. caulescens,
Brassica nigra,
Eruca sativa,
Glinus lotoides,
Abutilon avicenae,
Geranium lucidum,
Vitis vinifera,
Andrachne telephioides,
Euphorbia characias,
Rosa canina v. lutetiana,
Prunus insititia,
Trigonella stellata.

La région des plaines n'est guère représentée que sur deux sortes de terrains : 1° sur les sables et galets pliocènes ou récents et les alluvions modernes; 2° sur les conglomérats et tufs d'andésite.

Un fait intéressant à noter est que les diverses parties de l'île (Nord-Ouest des golfes de Kalloni et de Hiera, littoral Ouest de la Maléa) occupées par les sables et galets pliocènes ou récents, appartiennent exclusivement à la région des plaines ; c'est un premier exemple de concordance entre une région géologique (la plus récente de l'île) et la flore d'une région botanique.

III. Région de l'*Olea europæa* var. *oleaster* DC. et du *Quercus coccifera*.

La région de *l'Olea europæa* et du *Quercus coccifera* occupe au Sud, à l'Est et au Centre de Lesbos les parties peu élevées de l'île et exposées au Sud. La région atteint son plus grand développement au Sud-Est du district de l'Olympos et dans la Maléa, autour du golfe de Hiéra appelé aussi golfe des Oliviers ; c'est là que pousse plus spécialement l'Olivier sauvage (var. *oleaster*), que l'on greffe ; c'est donc là aussi que la culture de l'Olivier est la plus prospère.

Dans ces districts l'Olivier ne monte guère sur les collines au-dessus de 400 mètres d'altitude. On pourrait donc être étonné, au premier abord, de voir sur la carte (Pl. 12 et 13) la région de l'Olivier représentée au milieu du massif de l'Olympe par une bande assez étroite de terrains ; mais l'explication de cette particularité est bien simple. Le massif de l'Olympos est partagé, vers Agiassos, en deux massifs secondaires par une faille assez profonde et c'est ce couloir, occupé par l'Olivier, qui établit la communication naturelle entre la flore des régions basses du Sud et celles des mêmes régions situées au Nord et à l'Est de l'Olympe.

On peut donc affirmer que les deux principaux facteurs de la distribution de l'Olivier sont l'exposition et l'altitude.

Au point de vue de la nature du sol l'Olivier se montre assez indifférent. Il est vrai que dans la partie Est de l'Olympie, on le trouve presque exclusivement sur des marbres ou des schistes métamorphiques et que dans presque toute la Maléa on le rencontre sur les mêmes terrains, mais dans ce dernier district on le trouve aussi sur les éruptions basaltiques qui forment les collines voisines de Mytilini, de Moria et du cap Machæra ; de plus à l'Ouest de l'Olympie, l'Olivier végète indifféremment sur des péridotites et des serpentines et sur divers types d'andésites ; enfin dans la Leptymie et dans l'Ordymnie il est localisé sur des andésites et des trachytes.

La majeure partie des espèces qui accompagnent l'Olivier et caractérisent avec lui la région botanique que nous étudions en ce moment, sont dans des conditions identiques au point de vue du substratum. Ce sont des espèces qui recherchent plutôt la nature physique que la nature chimique d'un sol presque partout aride et rocailleux ; ce sont surtout des espèces qui recherchent une exposition chaude sur des collines peu élevées, exposées à un soleil brûlant du mois d'avril au mois d'octobre ; en un mot ce sont des espèces nettement *xérophiles*.

Les quelques listes qui suivent suffiront pour faire ressortir les caractères de la flore de cette région ; les espèces les plus intéressantes sont, en effet :

1° *Des arbustes et arbrisseaux plus ou moins aphylles, rabougris et épineux*, comme :

Juniperus macrocarpa,
J. phœnicea,
J. fœtidissima,
Ephedra campyloclada,
Asparagus acutifolius,
Osyris alba,
Sarcopoterium spinosum,
Spartium junceum,
Calycotome villosa,
Anthyllis Hermanniæ,
Bonjeannia hirsuta (1).

2° *Des arbrisseaux à feuilles épineuses ou réduites :*

Quercus coccifera v. genuina,
Olea europæa, var. oleaster,
Pyrus amygdaliformis,
Silene Urvillei (plus fréquent dans la région du Pinus maritima),
Genista acanthoclada (aussi dans la région du Pinus maritima).

3° *Des types à structure charnue, de teinte glauque et d'homologie littorale :*

Euphorbia Phlomos P. Cand.,
Sedum altissimum, etc.,
Æthionema gracile,
Æ. ovalifolium v. heterocarpum.

4° *Des types charnus et poilus :*

Euphorbia Characias.

5° *Des types épineux poilus ou duveteux :*

Kentrophyllum lanatun,
Carduus argenteus,
Onopordon illyricum.

6° *Des formes couvertes d'un duvet blanc :*

Inula heterolepis,
Phagnalum rupestre,
P. græcum,
Filago (sp.),
Evax pygmæa,
Lagurus ovatus,
Ajuga chia,
A. Chamæpitys,
Ballota acetabulosa.

7° *Des formes laticifères :*

Euphorbiacées déjà citées,
Convolvulus Scamonia,
Cynanchum acutum.

8° *Des formes aromatiques très communes sur les collines arides :*

Cupularia graveolens,
Lavandula Stœchas,
L. cariensis,
Corydothymus capitatus,

(1) On peut ajouter : *Phillyrea media, Myrtus, Arbutus, Clematis cirrhosa* et *balearica, Rubia Olivieri, Thymelea argentea* (sur des calcaires pontiens), *Anagyris.*

Thymbra spicata,
Satureja Thymbra,
Micromeria insularis P. Cand.,
M. Juliana,
M. græca,
Salvia triloba,
Salvia pommifera,
Cistus salviæfolius,
C. creticus,
Pistacia Lentiscus,
Myrtus communis (endroits plutôt humides),
Origanum vulgare, 2 var.,
O. hirtum, 6 var.,
O. Onites,
Calamintha Clinopodium,
C. graveolens,
Melissa altissima,
Zizyphora capitata,
Z. taurica.

9° Des formes bulbeuses ou à racine charnue ou tuberculeuse :

Phalaris nodosa,
P. cærulescens,
Poa bulbosa,
Arrhenatherum palæstinum,
Hordeum bulbosum,
Ornithogalum pyrenaicum,
O. narbonense,
Urginea maritima,
Scilla autumnalis,
Allium fastigiatum P. Cand.,
A. Cupani,
Muscari comosum,
M. racemosum v. humile P. Cand.,
Lloydia græca,
Gagea, 3 espèces,
Asphodelus racemosus,
Tamus creticus,
Crocus biflorus,
C. chrysanthum,
Romulea Bulbocodium,
Iris Sisyrinchium,
Hermodactylus tuberosus,
Serapias laxiflora,
S. cordigera,
Orchis et Ophrys (spec.),
Spiranthes autumnalis,
Rumex tuberosus,
Thrincia tuberosa,
Ætheorrhiza bulbosa,
Lasiospora et Cyclamen,
Chamæleon gummiferus,
Campanula esculenta P. Cand. (comestible),
Convolvulus Scammonia,
Anemone coronaria,
A. fulgens,
Scaligeria cretica,
Carum ferulæfolium (comestible).

Liste générale des espèces xérophiles de la région

Notochlæna Maranthae,
Ephedra campyloclada,
Pollinia distachya,
Chrysopogon Gryllus,
Phalaris minor,
P. bulbosa,
P. paradoxa, etc.,
Crypsis aculeata,
Stipa tortilis,
Aristella bromoides
Piptatherum cærulescens,
Gastridium lendigerum,
Lagurus ovatus,
Ventenata subinervis,
Avena barbata,
Arrhenatherum palæstinum,
Gaudinia fragilis,
Echinaria capitata,
Cynosurus echinatus,
Melica, Briza, Vulpia,

Bromus, Brachypodium,
Dasypyrum, Ægilops,
Lolium rigidum,
L. lepturoides,
Medusather Caput-Medusae,
Luzula græca,
Asparagus acutifolius,
Ruscus aculeatus,
Quercus coccifera v. genuina,
Osyris alba,
Callistemma brachiatum,
Pterocephalus plumosus,
Valerianella echinata,
V. Soyeri,
V. thelocarpa P. Cand.,
V. coronata,
V. metrioloba P. Cand.,
V. obtusiloba,
Echinops Philiae P. Cand.,
E. lepetymnicus P. Cand.,
Cardopatium corymbosum,
Xeranthemum cylindraceum,
Carlina corymbosa,
C. lanata,
Chamæleon gummiferus,
Atractylis cancellata,
Picnomon Acarna,
Onopordon illyricum,
Centaurea solstitialis,
Ægialophila longispina P. Cand.,
Kentrophyllum lanatum,
K. dentatum,
Scolymus maculatus,
Myscolus hispanicus,
Chondrilla juncea,
Lactuca cretica,
K. Scariola,
Phœnixopus vimineus,
Vaillantia (sp.),
Asperula muralis,
Galium setaceum,
G. nigricans,
G. pseudo-intricatum P. Cand.,
Olea europæa v. oleaster,
Corydothymus capitatus,
Salvia virgata,
S. viridis,
S. Horminium,
Verbascum Guicciardii,
V. sinuatum,
Micromeria (spec. 3),
Prasium majus,
Ajuga chia,
A. Chamæpitys,
Teucrium Chamædrys,
T. lucidum,
Plantago Bellardi,
P. cretica,
P. Psyllium,
Asterolinum Linum-stellatum,
Alyssum smyrnæum,
A. minutum,
A. umbellatum,
Biscutella columnae,
Teesdalia Lepidium,
Lepidium spinescens,
L. spinosum,
Capparis spinosa,
Fumaria,
Velezia rigida,
Tunica velutina,
T. glumacea,
Silene Urvillei,
Hypericum crispum,
Linum corymbosum,
L. strictum,
L. strictum v. spicatum,
Sedum rhydidocalyx P. Cand.,
S. altissimum,
Euphorbia Phlomos P. Cand.,
Eryngium campestre,
E. creticum,
Lagoecia cuminoides,
Condylocarpus Apulus,
Daucus involucratus,
Sarcopoterium spinosum,
Genista acanthoclada,
Calycotome villosa,
Ononis spinosa,
O. antiquorum,
O. leiosperma,
Medicago et Trifolium (spec. plur.),

Bonjeania hirsuta,
Anthyllis Hermanniae,
Hymenocarpus circinatus,
Arthrolobium scorpioides,
Hippocrepis (spec. 2),
Onobrychis (spec. 3),
Lathyrus Aphaca,
L. pseudo-Aphaca,
L. miniatus P. Cand.,
L. Cicera,
L. setifolius.

IV. Région du *Pinus maritima* Lamb.

La région du Pin maritime se confond presque géographiquement avec la région de l'Olivier ; toutefois son extension occidentale et septentrionale est un peu moindre. Cette région a à peu près la forme d'un triangle dont le sommet atteint la hauteur des îles Tocmakia et dont la base est formée par l'extrémité méridionale de l'Olympie et de la Maléa.

La pénétration fréquente des deux régions du Pin maritime et de l'Olivier s'explique botaniquement par des différences dans l'exposition, l'altitude et la constitution géologique du sol ; suivant que l'un ou plusieurs de ces facteurs varient, l'une des deux régions est remplacée par l'autre.

Le facteur le plus important est l'*exposition*. En effet, tandis que la flore de la région de l'Olivier n'occupe que le versant méridional des collines, celle de la région du Pin maritime, au contraire, est établie sur les autres versants, moins chauds et plus humides.

L'*altitude* concourt également à délimiter sur certains points les régions du Pin maritime et de l'Olivier, car si l'*Olea europæa*, var. *oleaster*, le *Quercus coccifera* et les espèces qui les accompagnent ne montent pas plus haut que 400 et quelques mètres, le *Pinus maritima* et ses associations végétales dépassent facilement cette altitude pour atteindre les limites inférieures de la région du Châtaignier.

Les différences dans la *constitution géologique* du sol déterminent aussi un des principaux points de dissemblance à signaler entre les deux régions. En effet, tandis que la majeure partie de la flore de la région de l'Olivier est localisée sur les schistes métamorphiques et les marbres, la flore de la région du Pin maritime, au contraire, prend son point d'appui sur les serpentines et les péridotites d'où elle s'étend sur les terrains variés avoisinants (schistes

métamorphiques et marbres, andésites de types divers). Cette préférence pour la serpentine apparaît d'une manière très frappante en comparant une carte géologique de l'île de Lesbos avec notre carte botanique. Les dépôts de serpentine et de péridotite ne sont localisés dans l'île qu'en deux endroits. Les plus importants de ces dépôts forment à l'Est du golfe de Kalloni une large bande qui, au Nord, atteint presque la hauteur de la baie de Makri (au Sud-Ouest des îles de Tocmakia) et s'étend, vers le Sud, jusqu'à la mer après avoir constitué la partie Ouest du mont Olympe ; les autres dépôts de serpentine se trouvent au sud de la Malia où ils forment un petit triangle dont la base correspond à peu près à toute la largeur du littoral méridional de cette petite péninsule. Or, la presque totalité de ces divers dépôts de serpentine est occupée par la flore de la région du Pin maritime.

Il est même une espèce spéciale à l'île de Lesbos qui est exclusivement localisée sur ces dépôts et peut, par conséquent, servir à les déterminer ; c'est l'*Odontarrhena lesbiaca* P. Cand. Cette espèce, que ses fleurs jaunes font distinguer de loin, est abondante non seulement sur les dépôts de l'Olympie, mais aussi sur l'îlot disjoint de la Maléa.

On trouve encore dans la région du Pin maritime quelques dépôts de calcaires pontiens ; ils sont caractérisés par la présence du *Cupressus sempervirens*.

La région du Pin maritime est la *région forestière* par excellence. Les plus grandes forêts, celle de Tschamlik entre autres, se trouvent sur les andésites ; elles atteignent, à l'Olympie, la région du Châtaignier et l'on peut observer, en cet endroit, le contact entre les limites supérieures du *Pinus maritima* et les limites inférieures du *Castanea vulgaris*.

Les espèces les plus caractéristiques de la région sont :

Juniperus macrocarpa,
J. Oxycedrus,
J. phœnicea,
Cupressus sempervirens,
Chrysopogon Gryllus,
Dactylis glomerata v. hispanica,
Festuca arundinacea v. Fenas,
Catapodium Salzmœnni,
Triticum bœoticum,
Schœnus nigricans,
Allium aristatum P. Cand,
Asphodeline lutea,
Quercus lusitanica,
Chamaepeuce alpina,

Senecio vernalis,
Doronicum caucasicum,
Crepis costata P. Cand,
Galium pseudointricatum P. Cand.,
Crucianella latifolia,
Trochocodon spicatus P. Cand.,
Microlonchoides pinnatum P. Cand.,
Nephrocarya horizontalis P. Cand.,
Thymus augustifolius,
Teucrium Polium,
Scrofularia lesbiaca P. Cand.,
Orobanche pubescens,
Arbutus, Erica, Cistus,
Hutchinsia petræa,
Aurinia orientalis,
Odontarrhena lesbiaca P. Cand.,
Alyssum xiphocarpum P. Cand.,
Viola lesbiaca P. Cand.,
Mœnchia mantica,
M. cærulea,
Cerastium pedunculatum,
C. Riæi,
Saponaria græca,
Dianthus tripunctatus,
D. glutinosus,
Alcea rosea,
Euphorbia Ledebourii v. insularis P. Cand.,
E. græca v. brachyceras P. Cand.,
Scandix australis,
Smyrnium æolicum P. Cand.,
Spartium junceum,
Genista anatolica,
G. acanthoclada,
Medicago falcata,
Trigonella azurea,
T. smyrnæa,
T. Spruneriana,
T. spicata,
Pocockia cretica,
Lotus angustissimus v. brachypodus P. Cand.,
Anthyllis Vulneraria,
Astragalus lesbiacus P. Cand.,
C. pseudostella,
Ervum nigricans.

(A suivre).

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 *(Suite)*.

Dans la plupart des plantes, le pédoncule floral ne subit pas de modification importante après la floraison; cependant il peut arriver que celui-ci s'allonge, comme le montre E. ULE (1). C'est ainsi que chez le *Wullschlaegelia Ulei*, Orchidée saprophyte du Brésil, les fleurs ont un pédoncule court ($3\text{-}5^{mm}$) qui devient ensuite très long ($5\text{-}11^{cm}$) ; l'auteur cite plusieurs autres espèces de plantes chez lesquelles on observe ce phénomène qui paraît favoriser la dissémination des graines.

E. PFITZER et A. MEYER (2) ont publié dans une communication préliminaire les résultats de leur étude concernant la fleur et le fruit d'*Artocarpus integrifolia;* ils se rapportent surtout à la marche des faisceaux dans l'inflorescence qui se trouve à l'intérieur d'un enfoncement de l'axe, comme pour l'*Artocarpus incisa.*

Le développement du fruit et de la graine de l'*Opuntia Ficus-indica* fait l'objet d'un travail de L. MONTEMARTINI (3). Dans la région axile de la paroi de l'ovaire correspondant à l'insertion du style, se différencie un canal mucilagineux; la partie médullaire de l'ovaire se désorganise et donne naissance à une pulpe qui, par son accroissement, forme des lacunes dans la région supérieure du fruit ; de son côté, le funicule contribue par une expansion à former une pulpe séminale.

Le nucelle n'est pas complètement détruit et forme un périsperme bien distinct; l'auteur a souvent observé l'existence d'embryons adventifs se développant aux dépens des cellules nucellaires bordant le sac embryonnaire.

L. WITTMACK (4) a eu l'occasion d'étudier les phénomènes qui accom-

(1) E. Ule : *Ueber Verlangerung der Achsengebilde des Blüthenstandes zur Verbreitung der Samen* (Ber. d. d. bot. Gesellsch. XIV. 1896, p. 255-260).

(2) E. Pfitzer u. A. Meyer : *Zur Anatomie der Blüthen-und Fruchstände von Artocarpus integrifolia L.* (Ber. d. deutschen bot. Ges. XIV. 1896, p. 52-53).

(3) L. Montemartini : *Contributo allo studio dell' anatomia del frutto et del seme delle Opunzie* (Atti d. R. Istit. bot. di Pavia. V. 1896, 11 p. Pl V).

(4) L. Wittmack : *Die Keimung der Cocosnuss* (Ber. d. d. bot. Gesellsch. XIV. 1891, p. 145-150).

pagnent la germination des noix de Coco et décrit en particulier le suçoir en forme de champignon qui se forme aux dépens d'une des extrémités du cotylédon et vient occuper la cavité de l'albumen.

A. Schlickum (1) consacre une importante étude aux variations et à signification du cotylédon chez les Monocotylédones. Chez les plantes où ce cotylédon vit au-dessus de la terre et possède la faculté d'assimiler, il est très comparable au point de vue morphologique avec les premières feuilles; c'est ainsi que chez le *Triglochin maritimum* et l'*Alisma Plantago* dont les graines ne possèdent pas d'albumen, le cotylédon, comme les premières feuilles, est constitué par un limbe effilé et une gaîne ouverte; les principales différences qui existent entre ces deux sortes de feuilles résident dans le tissu assimilateur qui n'est que très imparfaitement développé dans le cotylédon, dans la forme des cellules épidermiques, le nombre de nervures ainsi que leur mode de ramification.

Dans d'autres espèces *Asphodelus fistulosus*, *Allium fistulosum*, dont les graines contiennent de l'albumen et où le cotylédon acquiert une fonction assimilatrice, il s'établit dans la gaîne de ce cotylédon une division en une région basilaire qui absorbe l'albumen et une région terminale qui deviendra chlorophyllienne. Leur ensemble est équivalent à une des premières feuilles; la partie basilaire n'a pas de cuticule, de stomates ni de tissu chlorophyllien; elle ne se laisse plus distinguer sur le cotylédon accru, lorsque l'albumen a été absorbé.

Un troisième type présente un cotylédon qui restera toujours sous terre et n'aura pour fonctions que d'absorber les matières alimentaires provenant de l'albumen et de protéger les premières feuilles au début de leur formation; il comprend par suite un « *suçoir* » et une gaîne plus ou moins développée dont l'auteur étudie les variations dans un certain nombre d'espèces. Chez les Graminées le suçoir est de forme très spéciale; c'est la partie qu'on désigne généralement sous le nom d'écusson.

L'auteur discute la valeur phylogénétique de la forme du cotylédon sans pouvoir décider si la forme primitive est celle qui se rapproche le plus d'une feuille ordinaire ou celle qui s'en éloigne le plus.

Signalons le mémoire que Hanausek (2) a fait paraître, concernant le développement du fruit et de la graine du Caféier; c'est une monographie très détaillée où on pourra trouver de nombreux renseignements sur l'anatomie et l'histologie de ces organes.

(1) A. Schlickum : *Morphologischer und anatomischer Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monocotylen* (Inaug. Dissert. Marburg 1895, 80 p.).

(2) T. F. Hanausek : *Die Entwickelungsgeschichte der Frucht und des Samens von Coffea arabica L.* (Zeitschr. f. Nahrungsmittel-Untersuch. 1893 et 1895, 11 p.).

Le même auteur (1) a constaté chez cette plante l'existence de graines polyembryonnaires.

Les diverses particularités que présente le développement du fruit des *Citrus* ont été étudiées par Biermann (2); ce sont d'ailleurs des variations de pur détail qu'offrent les diverses espèces de ce genre, telles que l'épaisseur du péricarpe, le nombre des embryons dans chaque graine, la forme des graines d'aleurone des cotylédons.

III — ANATOMIE SYSTÉMATIQUE

1° Monocotylédones.

A. Grob (3) s'est attaché à l'étude de l'épiderme de la feuille des Graminées et s'est spécialement occupé des espèces suivantes : *Nardus stricta*, *Glyceria fluitans*, *Sesleria cærulea*, *Olyria latifolia* et *Bambusa verticillata*. Il existe dans toutes ces espèces deux sortes de cellules courtes, les unes silicifiées et de forme caractéristique pour chaque espèce, les autres très cuticularisées et à paroi restant mince.

Quelques cellules épidermiques et trichomes (*Nardus*) contiennent des corps fibreux homogènes qui emplissent complètement la cavité; dans le mésophylle de la même plante on rencontre aussi, surtout audessous des orifices stomatiques des masses siliceuses intercellulaires.

L'auteur a cherché à tirer de la structure de l'épiderme des Graminées, des caractères permettant de classer les 209 espèces appartenant à 191 genres différents qu'il a pu étudier; l'épiderme du limbe de ces plantes est toujours formé de cellules simples, de trichomes et de cellules stomatiques; d'après leur forme on les distingue en cellules allongées, transversales, vésiculeuses, et cellules courtes, silicifiées, cutinisées, etc.; les trichomes sont formés par deux ou par trois cellules. Les caractères les plus pratiques sont ceux qui résultent de l'arrangement de ces différents éléments dans le sens de la longueur de la feuille; les cellules longitudinales parallèles ainsi formées sont régulières ou non. On peut ainsi distinguer plusieurs cas :

1° Dans toutes les séries les cellules allongées et les cellules courtes alternent régulièrement;

(1) Hanausek : *Ueber symmetrische und polyembryonische Samen von Coffea arabica L.* (Ber. d. d. bot. Gesellsch. XIII. 1895, p. 73-78, Pl. VI).

(2) M. Biermann : *Beiträge zur Kentniss der Entwickelungsgeschichte der Früchte von Citrus vulgaris und anderer Citrus-Arten* (Inaug. Diss. Bern 1896. 52 p. 2 Pl.).

(3) Aug. Grob : *Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineen-Blätter I. Hälfte* (Biblioth. bot. Fasc. 36. 1896. 64 p. 4 Pl.).

2° Les séries formées uniquement de longues cellules alternent avec celles qui ne sont formées que de cellules courtes;

3° Des rangées ne possédant que peu de cellules courtes sont situées contre des rangées où les cellules courtes alternent plus ou moins régulièrement avec des cellules longues;

4° Il existe des rangées formées exclusivement de cellules allongées.

L'auteur établit de même des catégories basées sur la disposition des cellules stomatiques et sur leur absence dans certaines plages, sur les modifications présentées par les corps siliceux (homogènes, poreux, etc.).

On a beaucoup discuté le diagramme floral de certaines Graminées aberrantes telles que le *Streptochæta*. Döll (1868) considère la fleur de ce genre comme terminale; en dedans des trois bractées antérieure et latérales du bourgeon floral, il regarde trois feuilles comme constituant un cycle de glumelles, et plus intérieurement existeraient deux cycles de trois feuilles représentant un périgone externe et un périgone interne; la fleur comprend enfin deux cycles de trois étamines et trois carpelles à placentation pariétale. Celakovsky (1889) reprit l'étude morphologiques de cette fleur et donne un diagramme tout différent de celui de Döll. Pour Celakovsky, il existe en dedans de la bractée de l'épillet, cinq petites bractées (les bractées latérales et les trois glumelles de Döll); dans le périgone externe de Döll, Celakovsky voit la bractée de la fleur et deux des trois pièces du périgone externe (la troisième feuille de ce périgone, celle qui serait contre la bractée florale, est avortée); le périgone interne a pour les deux auteurs la même signification.

Goebel (1) a repris l'étude de la fleur de ce genre brésilien et en a suivi le développement; il nous suffira de dire que cette étude confirme pleinement les vues théoriques de Celakovsky. Le même auteur étudie dans son mémoire un autre genre de Graminées de l'Amérique du Sud, le genre *Pariana;* les fleurs y sont monoïques, un certain nombre d'épillets mâles entourant un épillet femelle.

Les épillets mâles ont deux glumes disposées latéralement, comme dans les Hordéacées; le fait le plus intéressant que présentent les fleurs de *Pariana* est l'existence de *trois* glumellules bien développées; la médiane qui est postérieure est la moins bien constituée; c'est ainsi qu'elle manque des faisceaux qui existent dans les deux antérieures. Le nombre des étamines est variable, le plus souvent un multiple de trois.

Th. Holm (2) poursuit l'étude anatomique des Graminées de l'Amé-

(1) K. Goebel : *Ein Beitrag zur Morphologie der Gräser* (Flora. LXXXI. 1895, p. 17-29, Pl. II).

(2) Th. Holm : *A study of some anatomical characters of North American Gramineæ*, V, VI, VII (Bot Gazette XX. 1895, p. 362-366. Pl. XXVI. — XXI. 1896, p. 357-360. Pl. XXVII-XXVIII. — XXII. 1896, p. 403-407. Pl. XX).

rique du Nord par celle des genres *Leersia*, *Oriza* et *Amphicarpum;* pour le premier et le troisième de ces genres, il indique les caractères qui permettent d'établir leur division en espèces; celle-ci peut être basée sur les caractères que présentent les cellules de l'épiderme, les faisceaux, le mésophylle et le parenchyme incolore. Le mésophylle de l'*Oryza sativa* présente des cellules « à *bras soudés* » qu'on retrouve chez plusieurs Renonculacées, Graminées, Gymnospermes et Fougères; dans la feuille de cette même espèce existent de larges lacunes où on rencontre des diaphragmes constitués par un tissu étoilé semblable à celui que présentent plusieurs espèces de *Juncus*.

L'anatomie comparée de l'appareil végétatif des Cypéracées a fait l'objet d'une importante étude de M. Rikli (1); chez les Cypéracées s. str. (Scirpoïdées) la vie aquatique retentit sur la structure anatomique qui présente toujours une faible différenciation de l'épiderme et des faisceaux peu développés. La tige et la feuille des Scirpoïdées ne sont pas très différentes au point de vue anatomique et entre elles existent toutes les formes de transition; chez un grand nombre de ces plantes, on observe autour de l'endoderme des faisceaux une gaîne parenchymateuse, formée par une assise de cellules à chlorophylle; lorsque cette gaîne existe, ce qui est le cas général, le reste du parenchyme cortical est dépourvu de chlorophylle. D'après ce caractère de la présence ou de l'absence de cette gaîne chlorophyllienne interne, l'auteur divise les Scirpoïdées en deux groupes, les Chlorocypéracées et les Eucypéracées.

A l'exception des deux genres *Cyperus* et *Heleocharis*, tous les genres des Scirpoïdées se classent tout entiers dans un des deux groupes ainsi constitués; aux Eucypéracées appartiennent les genres *Hypolytrum*, *Eriophorum*, *Pentastichia*, etc.; les Chlorocypéracées comprennent les *Lipocarpha*, *Fuirena*, *Fimbristylis*, etc.; M. Rikli est par suite amené à diviser les genres *Cyperus* et *Heleocharis*, plaçant dans les *Chlorocyperus* et les *Chlorocharis* les espèces pourvues de la gaîne chlorophyllienne interne.

G. Marggraff (2) distingue trois cas parmi les hybrides du genre *Carex :*

1° L'hybride est intermédiaire par ses caractères anatomiques entre les parents pour l'ensemble de ses caractères;

2° L'hybride se rapproche davantage d'un de ses parents;

3° L'hybride a certains caractères d'un des parents, certains autres de l'autre parent.

(1) M. Rikli : *Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Cyperaceen mit besonderer Beruksichtigung der inneren Parenchymscheide* (Jahrb. f. w. Bot. XXVII. 1895, p. 485-581. Pl. XVIII-XIX).

(2) G. Marggraff : *Vergleichende Anatomie der Carex-Arten mit ihren Bastarden* (69 p. 4 Pl. Leipzig. 1896). — Voir aussi : A. Zschokke : *Anatomische Structur des Carex ampullacea* × *vesicaria* (Schweiz. bot. Ges. 1895, p. 23-25).

Rien ne montre mieux qu'un hybride est intermédiaire entre les deux espèces souches que la différence qui existe entre la taille des cellules épidermiques de la face supérieure et de la face inférieure; c'est ainsi que dans le *C. canescens* les cellules épidermiques sont de même taille sur les deux faces; dans le *C. paniculata* elles sont quatre à cinq fois plus grandes à la face supérieure qu'à la face inférieure; dans l'hybride la différence s'abaisse à deux ou trois. Si l'une des espèces a son épiderme formé d'une seule assise au niveau de la nervure médiane dans une des espèces, de trois assises dans l'autre espèce, l'hybride présente en cette région deux assises.

En ce qui concerne les faisceaux, l'hybride se montre généralement intermédiaire entre les deux parents (par exemple *C. riparia* × *canescens*). Le nombre des faisceaux de l'hybride est souvent la moyenne arithmétique des nombres de faisceaux des parents. Quelques exceptions consistent dans des cas où le nombre est chez l'hybride inférieur (*C. fœtida* × *lagopina*) ou supérieur (*C. glauca* × *paludosa*) à celui des parents.

L'auteur étudie de même ce que deviennent dans les hybrides la gaîne sclérenchymateuse des faisceaux, le nombre des assises palissadiques, etc.

Les caractères anatomiques conduisent F. SACCARDO (1) à regarder les *Typha* et les *Sparganium* comme offrant entre eux plus d'affinité qu'avec les Pandanacées; il propose donc de séparer des Pandanacées les Typhacées et les Sparganiacées et de réunir ces deux dernières familles. C'est ainsi que les Typhacées ont des faisceaux libéro-ligneux typiques, alors que chez les Pandanacées, les faisceaux ligneux sont divisés en deux et irrégulièrement orientés. Les Pandanacées ne présentent dans leur feuille qu'une seule rangée de faisceaux, les Typhacées en présentent au moins deux : enfin les Pandanacées ne possèdent pas les cellules étoilées qu'on rencontre chez les Typhacées.

Beccari a décrit en 1871, sous le nom de *Petrosavia stellaris*, une plante de Bornéo qu'il a rangée parmi les Mélanthacées et qui est parasite sur des racines; plus tard, Ridley a découvert dans la Malaisie une plante analogue qui parut à un examen attentif être identique au *Petrosavia;* depuis P. GROOM (2) a pu étudier la fleur et la graine de cette plante dont la structure florale est différente de celle du *Petrosavia;* Groom l'appelle le *Protolirion paradoxum;* il en étudie avec détail la morphologie externe et l'anatomie; elle ne présente pas de suçoirs et n'est pas parasite. L'auteur la regarde comme un type primitif de Liliacées, et reliant ces dernières aux Tricoridacées.

(1) F. Saccardo : *Ricerche sull' anatomia delle Typhaceae* (Malpighia 1895, p. 3-30. Pl. I-VI.

(2) P. Gromm : *On a new saprophytic Monocotyledon* (Ann. of Bot. IX. 1895, p. 45-59. Pl III).

L'étude anatomique des genres *Rapatea*, *Schoenocephalum*, *Spathanthus* et *Stegolepis* a montré à A. M. Boubier (1) que les Rapatéacées sont assez différentes à ce point de vue des familles voisines, les Xyridacées, Mayacacées et Phylidracées; on peut rapprocher par leurs caractères anatomiques les Xyridacées et Mayacacées des Centrolépidacées et Eriocaulacées; les Rapatéacées s'éloignent de ces familles par la présence constante de fibres sclérifiées hypodermiques, qu'on retrouve chez certaines Cypéracées et certains Palmiers.

Le genre *Mayaca* est très voisin du genre *Alepyrum* (Centrolépidacées); ils présentent la même structure de l'épiderme, de l'écorce et de l'endoderme. Le péricycle est sclérifié, les éléments du cylindre central sont peu distincts; la feuille présente un seul faisceau entouré d'un endoderme épaissi.

Le genre *Centrolepis* se rapproche surtout au point de vue anatomique du genre *Xyris*; leur tige présente un anneau de sclérenchyme.

La seule Broméliacée dont on ait étudié la germination est l'*Acanthostachys strobilacea*; c'est Klebs qui l'a décrit; la radicule sort d'abord de la graine, puis une partie du cotylédon reste dans la graine, tandis que l'autre sort en formant une gaîne relativement courte; Fr. Müller (2) montre qu'il en est ainsi chez toutes les espèces des genres *Nidularium*, *Canistrum*, *Hohenbergia*, *Aechmea*, *Bilbergia*, le *Dyckia sulphurea* et une espèce de *Pitcairnia*. Chez les Tillandsiées, la germination n'est pas aussi uniforme; la structure de leur graine et le mode de germination permettent de les ranger en trois groupes : 1° le genre *Vriesea* et le *Tillandsia triticea*; 2° les espèces de la section *Anoplophytum* dans le genre *Tillandsia*; 3° le genre *Catopsis*.

Dans le premier groupe la graine est pourvue d'une sorte de capuchon qui est soulevé, au moment de la germination; il se constitue dans la fente circulaire ainsi formée un anneau blanchâtre, puis vert, provenant de la partie inférieure du cotylédon; il forme une gaîne d'où part la première feuille; ce n'est qu'ensuite qu'apparaissent les racines adventives.

Dans le second groupe, l'embryon est plus gros que l'albumen, ce qui est une exception chez les Broméliacées; on n'y observe pas de capuchon se séparant du reste de la graine.

Le *Catopsis nutans* a ses graines pourvues de poils très développés et de structure assez particulière.

Les trois groupes de Tillandsiées s'opposent aux Broméliées et aux Pitcairniées par l'avortement complet de la racine principale.

(1) A. M. Boubier : *Remarques sur l'anatomie systématique des Rapatéacées et des familles voisines* (Bull. Herbier Boissier. III. 1895, p. 115-120).

(2) Fr. Müller : *Die Keimung einiger Bromeliaceen* (Ber. d. d. bot. Gesellsch. XIII, 1895, p. 175-182, Pl. XVII).

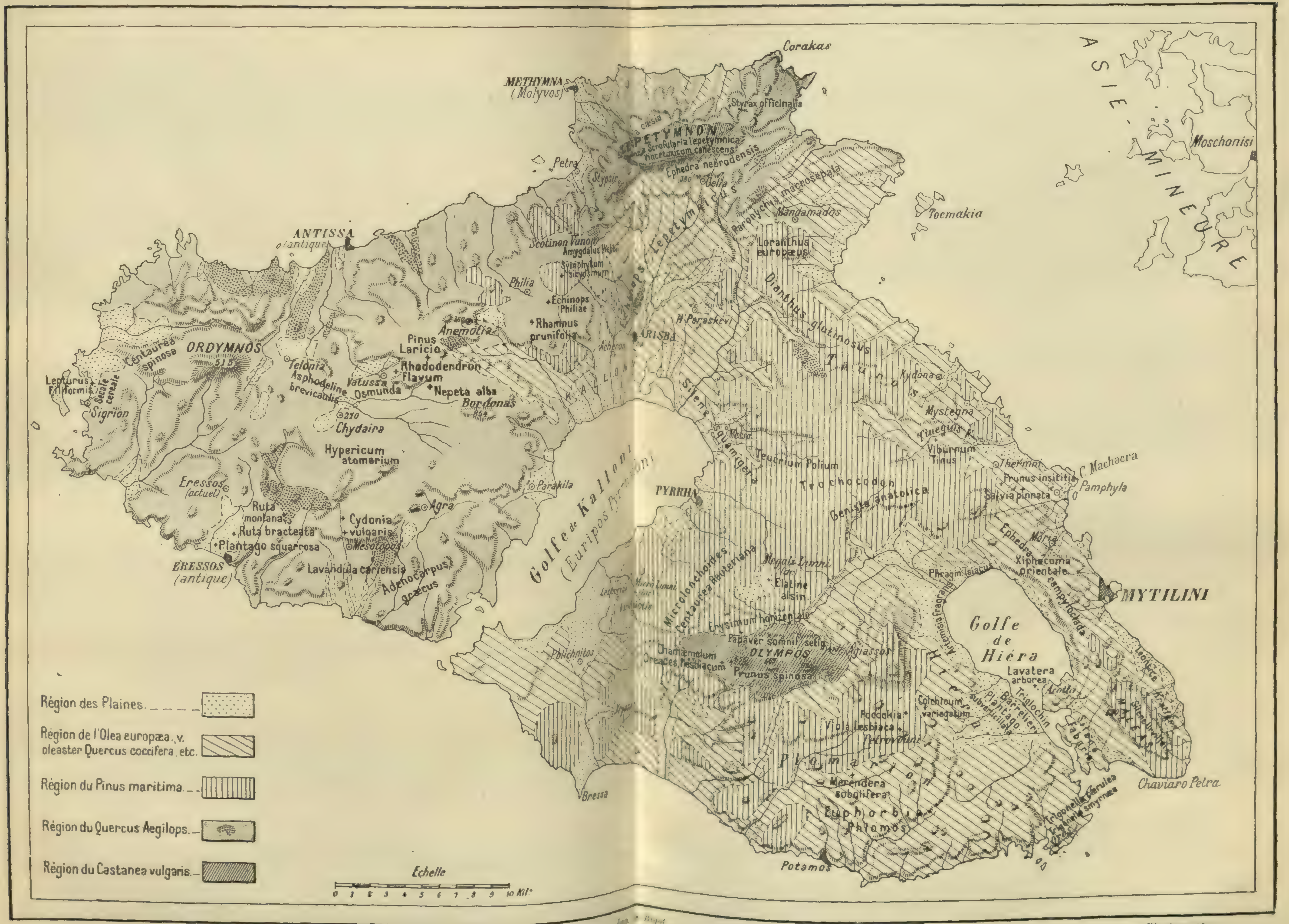
Les Zingibéracées ont été étudiées au point de vue de l'anatomie systématique par FUTTERER (1). La feuille des plantes appartenant à cette famille présente ordinairement un hypoderme formé de petites cellules; la division du mésophylle en tissu palissadique et tissu lacuneux y est très nette; l'auteur étudie la structure de la tige des rhizomes, de la racine, de la forme des cristaux d'oxalate de chaux et des grains d'amidon; presque toutes les Zingibéracées présentent dans le mésophylle de la feuille des cellules contenant des essences; souvent l'hypoderme contient du tannin dans ses cellules.

(1) W. Futterer : *Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Zingiberaceæ* (Bot. Centralbl. LXVIII, 1896, p. 241, 1 Pl.).

(*A suivre*). M. MOLLIARD.

---

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant: Th. Clerquin.



P. Candargy del. Imp. Hugot Bineteau sc.

Carte botanique de l'île de Lesbos.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

COUPIN, docteur ès sciences.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Kosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmillan (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Mascleff, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

325. — *Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.*

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIÈME

Livraison du 15 Août 1899

N° 128

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1899

LIVRAISON DU 15 AOUT 1899

I. — RECHERCHES SUR L'INFLUENCE DES ANESTHÉSIQUES SUR LA RESPIRATION DES PLANTES, par **M. N. Morkowine** 289

II. — SUR LA CHUTE DES FEUILLES DE CERTAINES MONOCOTYLÉDONES (avec figures dans le texte), par **M. Edm. Fouilloy** 304

III. — LA VÉGÉTATION DE L'ILE DE LESBOS (MYTILÈNE) (avec planches), par **M. Paléologos C. Candargy** (*fin*) 310

IV. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896 (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** *(suite)* 330

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 14. — *Microlonchoides pinnatum*; *Odontarrhena lesbiaca.*

PLANCHE 15. — *Plantago subverticillaia*; *Erysimum horizontale*; *Anthemis lesbiaca*; *Kenoplevrum virosum.*

PLANCHE 16. — *Euphorbia Phlomos*; *Viola lesbiaca*; *Allium hirtovaginum.*

Cette livraison renferme en outre six gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RECHERCHES
SUR L'INFLUENCE DES ANESTHÉSIQUES
SUR LA RESPIRATION DES PLANTES

par M. N. MORKOWINE.

I. — Introduction.

L'influence des anesthésiques sur la respiration des plantes fut remarquée par Claude Bernard. Voici quelle fut son expérience fait à ce sujet :

« Sous une cloche tubulée à sa partie supérieure et remplie d'eau, contenant de l'acide carbonique, je place des plantes aquatiques du genre de celles qui sont indiquées (*Potamogeton* et *Spirogyra*); puis, toute la cloche étant immergée dans un grand bocal, je coiffe la tubulure de la cloche avec une éprouvette également remplie d'eau et destinée à recevoir les gaz qui seront dégagés par les plantes. Je place au soleil deux cloches ainsi disposées : seulement dans l'une d'elles, j'ai placé, avec les plantes, une éponge humide imbibée d'un peu de chloroforme. Dans la première cloche, sans chloroforme, il se dégage de l'oxygène presque pur et en assez grande quantité ; dans la seconde cloche, avec chloroforme, il ne se dégage que très peu de gaz, qui est de l'acide carbonique. Si, après une durée de l'épreuve suffisante pour démontrer que la chlorophylle de la plante est devenue inapte à dégager de l'oxygène, je viens à reprendre la même plante, à la bien laver à grande eau et à la replacer au soleil sous une cloche sans chloroforme, je vois reparaître sa faculté d'exhaler de l'oxygène au soleil, qui avait été momentanément suspendue (1). »

Cette expérience a servi de point de départ pour les recherches de MM. G. Bonnier et L. Mangin sur l'absorption de l'acide carbonique.

M. Bonnier (2) opérait sur une branche de *Sarotamnus scopa-*

(1) Claude Bernard. *Leçons sur les phenomenes de la vie*, I, p. 278.
(2) G. Bonnier et L. Mangin : *Recherches sur l'action chlorophyllienne séparée de la respiration*. Annales des sciences naturelles. 1886, p. 5.

rius sous l'action des vapeurs d'éther. Ses expériences s'exerçaient à l'obscurité dans l'air confiné (les plantes couvertes des cloches ont été exposées à l'obscurité). Il détermine le rapport qui existe entre le volume de gaz carbonique émis et celui d'oxygène absorbé.

Après deux heures se trouva (température 17°C) :

SANS ÉTHER	AVEC ÉTHER
CO^2 dégagé = 5,71	CO^2 dégagé = 5,58
Oxygène absorbé = 6,42	Oxygène absorbé = 6,39
$\frac{CO^2}{O} = 0,88$	$\frac{CO^2}{O} = 0,87$

D'ici, M. Bonnier fait la conclusion suivante : « Non seulement l'intensité reste la même, mais la nature du phénomène respiratoire n'est pas influencée par les vapeurs d'éther, puisque le rapport des gaz échangés est constant. Nous pouvons donc admettre que les anesthésiques, en suspendant l'action chlorophyllienne, ne modifient ni n'atténuent la respiration, pourvu toutefois que leur proportion ne soit pas assez grande, pour altérer les plantes en expérience. »

En 1898, M. Pouriewitch (1) expérimenta sur l'assimilation de saccharose par les plantes sous l'action de l'éther. Il trouva qu'une plante, dans une atmosphère chargée de vapeurs d'éther, n'assimile pas le sucre et ne se transforme pas en amidon ; tandis que les plantes non anesthésiées emmagasinent une quantité notable d'amidon.

L'intéressant travail de M. Pouriewitch m'amène à une hypothèse, que les plantes anesthésiées absorbent les matières nutritives même avec plus d'intensité, mais en même temps dépensent pour la respiration plus de substances. En d'autres termes, les échanges gazeux, dans les plantes anesthésiées, s'effectuent plus rapidement.

En nous appuyant sur cette hypothèse, nous pouvons facilement expliquer toutes les expériences de M. Pouriewitch. Les recherches de Sodin (2) montrent que cette supposition est possible ; il trouva que, sous l'influence des vapeurs de mercure, l'intensité de la respiration chez les plantes augmente, quoique le mercure agisse sur les plantes, comme un fort poison.

(1) Pouriewitch : *Sur la question de l'accumulation et de la dissolution de l'amidon dans la cellule végétale.* Bulletin de la Société des Naturalistes de Kiew, t. XIV, 1898 (russe).

(2) Just's Botanischer Jahresbericht, 1887. Ers. Ab. s. 193.

Sur la proposition de M. le Prof. W. Palladine dont les conseils me guidaient dans mon travail, j'ai fait des expériences pour expliquer l'influence des anesthésiques sur la respiration des plantes.

J'ai opéré avec les feuilles étiolées et les bourgeons feuillés de *Vicia Faba* et *Lupinus luteus*. Leurs feuilles sont très riches en matières protéiques ; l'intensité de leur respiration est donc plus considérable que les plantes vertes. J'ai pris aussi les feuilles vertes de *Ficus elastica* et de *Phylodendron*, pour déterminer aussi l'influence des anesthésiques sur les plantes à chlorophylle. J'ai opéré aussi sur les embryons du Blé pendant leur germination ; leur respiration, comme l'a démontré M. Bourlakoff (1), est très intense. Enfin les expériences étaient faites sur l'influence des anesthésiques sur la formation de la chlorophylle.

Comme anesthésiques j'ai utilisé des dissolutions de 5 °/₀ et 3 °/₀ d'alcool ; de l'eau qui contenait 2 °/₀ d'éther ; 1 : 2000, 1 : 1000 et 1 : 500 chlorhydrate de morphium et 1 : 1000 de chlorhydrate de solanine.

J'ai introduit une partie de feuilles dans un cristallisoir plein, renfermant 100 centimètres cub. d'une solution (10 °/₀) de saccharose ; une autre partie identique était introduite, dans un pareil cristallisoir, avec la même dissolution de saccharose plus un anesthésique. Chaque cristallisoir était recouvert d'une cloche de verre et placé dans une chambre obscure. J'ai changé la dissolution toutes les 24 heures. Je n'ai remarqué les bactéries et les moisissures qu'à la fin de la deuxième expérience. Après deux ou trois jours les plantes ont été placées dans l'appareil de Pettenkofer (construit d'après la description de Pfeffer). Pour absorder l'éther on fait passer l'air par l'acide sulfurique concentré dans ce tube de Pettenkofer, ensuite par un autre tube rempli d'une dissolution d'eau de baryte.

II. — Exposé des Expériences

Je donne maintenant la description détaillée des expériences.

Expérience N° 1.

Vicia Faba L. — Feuilles étiolées après 24 jours de germination, une température comprise entre 19° et 22°.

(1) G. Bourlakoff : *Sur la question de la respiration du germe de froment*. Charkoff, 1897 (russe).

a) On a placé 5gr 2986 de feuilles sur une solution de sucre à 10 °/o dans l'obscurité. Au bout de trois jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer durant deux heures. La température s'est maintenue entre 19°-19°5. Acide carbonique dégagé : 3mg6. Le poids des matières sèches : 1gr 3499.

D'où 100gr de feuilles dégagent en une heure 67mg d'acide carbonique.

10gr des matières sèches dégagent en une heure 26mg7.

b) 5gr 6741 de feuilles, après un séjour de 24 heures sur une solution de sucre à 10 °/o, sont traitées par le sucre à 10 °/o et l'alcool à 5 °/o. Au bout de deux jours ces feuilles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer pendant deux heures. La température s'est maintenue entre 19°-19°5. Acide carbonique dégagé : 6mg9. Les feuilles contenaient un poids sec de 1gr 0180.

D'où, 100gr de feuilles dégagent en une heure 121mg6.

10gr des matières sèches — 67mg8.

Expérience N° 2.

Vicia Faba L. — J'ai pris pour mes recherches les extrémités des tiges étiolées de *Vicia Faba* avec les feuilles, après 29 jours de germination à une température comprise entre 20° et 22°.

Les extrémités étaient coupées avec une plaque tranchante en platine. La longueur de la partie de la tige au-dessous de la dernière feuille ne surpassait pas 1-2 millimètres dans toutes les parties coupées.

a) 6gr 9108 de bourgeons ont été placés durant trois jours à une solution de sucre à 10 °/o ; puis ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer pendant trois heures. Température dégagée : 19 degrés. Acide carbonique dégagé : 12mg.

D'où, 100gr de bourgeons en une heure dégagent 57mg9 d'acide carbonique.

10gr des matières sèches : 23mg3.

A la fin de l'expérience les bourgeons ont été placés dans la même solution du sucre et y ont séjourné pendant douze heures, puis ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer pendant trois heures. Température de l'expérience : 19°. Acide carbonique dégagé : 11mg2.

D'où 100gr de bourgeons en une heure dégagent 54mg d'acide carbonique.

10gr des matières sèches : 23mg7.

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont été placés durant trente heures sur la même solution du sucre et puis dans l'appareil de Pettenkofer pendant trois heures. Température de l'expérience : 18°. Acide carbonique dégagé : 12mg8.

D'où, 100gr des bourgeons en une heure dégagent. 61mg7.

10gr de matières sèches. . . . . 27mg.

A la fin de l'expérience, les plantes ont été lavées soigneusement et desséchées à l'étuve. Les bourgeons contenaient en poids sec : 1gr 5781.

b) 7gr 6546 de bourgeons avec les feuilles étiolées de *Vicia Faba* sont mis sur une dissolution de sucre à 10 % et d'alcool à 3 %. Au bout de trois jours ils sont placés durant 3 heures sous l'appareil de Pettenkofer. Température de l'expérience : 19° Acide carbonique dégagé : 18mg8.

D'où, 100gr de bourgeons ont dégagé en une heure 81mg8 d'acide carbonique.

10gr des matières sèches . . . 42mg 4

Après l'expérience, ils ont été lavés à la même solution et y ont été placés de nouveau. Au bout de 12 heures, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer pendant 3 jours. Température de l'expérience : 19°. Acide carbonique dégagé 20mg8.

D'où, 100gr de bourgeons en une heure dégagent 90mg de l'acide carbonique.

10gr des matières sèches . . . 46mg9

A la fin de l'expérience, ils ont été lavés et placés dans la même solution. Au bout de trois jours, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer pendant 3 heures. Température de l'expérience : 18°. Acide carbonique dégagé : 22mg.

D'où, 100gr de bourgeons en une heure ont dégagé 95mg8 d'acide carbonique.

10gr des matières sèches . . . 49mg6

A la fin de l'expérience, les bourgeons ont été lavés à l'eau et desséchés à l'étuve à 100°. Poids sec ; 1gr4783.

Si on compare les résultats des expériences sur les plantes anesthésiées et non anesthésiées en une heure on obtient :

Vicia Faba

	100 GR. DE BOURGEONS		10 GR. DE MATIÈRES SÈCHES	
	non anesthésiés	anesthésiés	non anesthésiées	anesthésiées
	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.
Après 3 jours. .	57,9	81,8	25,3	42,4
» 12 heures	54	90,6	23,7	46,9
» 30 » .	61,7	95,8	27	49 6

Expérience N° 3

Ficus elastica. — Les feuilles de *Ficus elastica*, cueillies dans les serres du Jardin des Plantes de Varsovie, ont été découpées d'après leur nervure médiane, en fragments égaux à peu près d'un centimètre carré.

a) 5gr 5836 des feuilles fraîches ont été placées sur la solution de sucre à 10 °/o à l'obscurité. Au bout de trois jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Température : 19°. Acide carbonique dégagé en deux heures : 22mg4.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent, en une heure, 200mg6 d'acide carbonique.

10gr des feuilles sèches : 73mg6.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été lavées à l'eau et desséchées à l'étuve à la température de 100°. Les feuilles contenaient en poids sec : 1gr 5223.

b) 5gr 2830 des feuilles fraîches ont été placées durant deux jours sur une solution de sucre à 10 °/o et durant un jour sur 10 °/o de sucre avec 5 °/o d'alcool à l'obscurité. Puis elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer pendant deux heures. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 24mg.

D'où. 100gr des feuilles fraîches dégagent, en une heure, 227mg1 d'acide carbonique.

10gr des feuilles desséchées : 85mg2.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été lavées à l'eau et desséchées à l'étuve à la température de 100°. Poids des matières sèches : 1gr4080.

Expérience N° 4

Triticum vulgare. — Ses germes, isolés du Blé (1) ont été l'objet de cette expérience.

a) 4gr0021 des germes ont été lavés à l'eau dans un tube en *U* et, au bout de cinq heures et demie, mis dans l'appareil de Pettenkofer. Température de l'expérience : 19°. Acide carbonique dégagé en une heure : 23mg6.

D'où, 100gr des germes dégagent de l'acide carbonique en une heure : 78mg6.

Puis, au bout de 24 heures de séjour dans les vapeurs d'eau et d'alcool, ils ont été placés de nouveau dans l'appareil de Pettenkofer durant une heure. Température de l'expérience : 19°. Acide carbonique dégagé : 35mg2.

D'où ; 100gr dégagent 117mg7, en une heure, d'acide carbonique.

b) 3gr0014 des germes du Blé ont été lavés à l'eau dans un tube en U et au bout de 5 heures 1/2 placés dans l'appareil de Pettenkofer durant une heure. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 19mg6.

D'où, 100gr dégagent en une heure 65mg3.

Au bout de 24 heures ils ont été placés de nouveau dans l'appareil de Pettenkofer durant une heure. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 40mg8.

D'où, 100gr de germes dégagent en 1 heure 135mg9 d'acide carbonique.

Expérience N° 5

Lupinus luteus. — J'ai opéré sur les feuilles étiolées de *Lupinus luteus.*

a) 2gr5217 de feuilles fraîches ont été placés sur la solution de sucre à 10 °/o à l'obscurité. Au bout de quatre jours, ces feuillles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer durant une heure. Température de l'expérience : 19°. Acide carbonique dégagé en une heure : 3mg2.

D'où, 100gr de feuilles fraîches dégagent en une heure 124mg9 d'acide carbonique.

10gr de matière sèches . . . 55mg.

A la fin de l'expérience, les feuilles étaient de nouveau placées

(1) Zurich, Stadtmühle.

sur la solution de sucre à 10 °/₀ à l'obscurité durant 24 heures, et puis mises dans l'appareil de Pettenkofer pendant une heure. Température : 19 degrés. Acide carbonique dégagé : 4^{mg}.

D'où, 100^{gr} des feuilles fraîches dégagent en une heure 158^{mg}6 d'acide carbonique. D'où :

10^{gr} de matières sèches . . . 68^{mg}4.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été lavées à l'eau et desséchées à l'étuve à la température de 100-110°. Les feuilles contenaient un poids sec 0^{gr}5857.

b) 2^{gr} 6377 de feuilles fraîches, après un séjour de 4 jours sur la solution de sucre à 10 °/₀ avec éther à 2 °/₀ ont été placés dans l'appareil de Pettenkofer durant une heure. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 6^{mg}4.

D'où, 100^{gr} des feuilles fraîches dégagent en une heure 227^{mg}5 d'acide carbonique.

10^{gr} des matières fraîches . . . 47^{mg}9.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été de nouveau placées sur la même solution à l'obscurité durant 24 heures et puis mises dans l'appareil de Pettenkofer pendant une heure. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 6^{mg}4.

D'où, 100^{gr} des feuilles fraîches dégagent en une heure 242^{mg}6 d'acide carbonique.

10^{gr} des feuilles sèches . . . 82^{mg}5.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été encore mises sur la même solution durant 25 heures à l'obscurité et puis placées pour une heure dans l'appareil de Pettenkofer. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 8^{mg}.

D'où, 100^{gr} des feuilles fraîches dégagent en une heure 303^{mg}3 d'acide carbonique.

10^{gr} des feuilles sèches . . . 103^{mg}2.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été lavées à l'eau et desséchées à l'étuve à la température de 100-110°.

Comparons les résultats obtenus dans le tableau suivant :

	100 GR. DE FEUILLES FRAÎCHES		10 GR. DE MATIÈRES SÈCHES	
	non anesthésiées	anesthésiées	non anesthésiées	anesthésiées
	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.
Après 4 jours. .	126,9	227,5	55	—
» 24 heures .	126,9	242,6	55	82,5
» 25 » .	158,6	303,3	68,4	103,2

Expérience N° 6

J'ai pris pour mes recherches les extrémités des tiges étiolées de *Vicia Faba* avec les feuilles après 30 jours de germination. Ses extrémités étaient coupées avec une plaque tranchante en platine. La longueur de la partie de la tige au dessus de la dernière feuille ne surpassant pas 1/2 mm dans toutes les parties coupées.

a) 9gr8855 des feuilles fraîches ont été placées sur une solution de sucre à 10 °/₀ à l'obscurité. Au bout de 3 jours elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer durant trois heures. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 14mg.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 47mg9 d'acide carbonique.

10gr des feuilles sèches . . . 20mg.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été placées sur la même solution à l'obscurité durant 20 heures et puis mises dans l'appareil de Pettenkofer pendant 3 heures 1/2. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 11mg2.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 32mg4 d'acide carbonique.

10gr des matières sèches . . . 13mg9.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été de nouveau placées sur la même solution à l'obscurité et au bout de 23 heures dans l'appareil de Pettenkofer durant 2 heures. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 8mg.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 40mg5 d'acide carbonique.

10gr des feuilles sèches . . . 17mg3.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été encore placées sur

la même solution de sucre à l'obscurité et au bout de 20 heures sous l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. La température a été comprise entre 17-18°. Acide carbonique dégagé 13mg6.

D'où, 100mg des feuilles fraîches dégagent en une heure 45mg8 d'acide carbonique.

10gr des feuilles sèches . . . 19mg6.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été lavées et desséchées à 100° à l'étuve. Le poids sec : 2gr3087.

b) 9gr2307 de bourgeons frais de *Vicia Faba* ont été placés sur une solution de sucre à 10 °/₀ avec éther à 2 °/₀ à l'obscurité. Au bout de trois jours, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 26mg.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 93mg3 d'acide carbonique.

10gr des matières sèches . . . 41mg1.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été de nouveau placées sur la même solution à l'obscurité et au bout de 20 heures mises dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures 1/2. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 21mg6.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 66mg9 d'acide carbonique.

10gr des matières sèches . . . 22mg3.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été placées sur la même solution à l'obscurité et 23 heures après dans l'appareil de Pettenkofer pendant 2 heures. Température : 19. Acide carbonique dégagé : 15mg2

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 82mg3 d'acide carbonique.

10gr des feuilles sèches . . . 36mg1.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été de nouveau placées sur la même solution à l'obscurité et 20 heures après mises dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. La température était comprise entre 17-18°. L'acide carbonique dégagé : 30mg.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 108mg3 d'acide carbonique.

10gr de matières sèches . . . 47mg5.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été lavées à l'eau et desséchées à 100-110°. Poids sec : 2gr1062.

Comparons les nombres obtenus de nos expériences dans le tableau suivant :

	100 GR. DE FEUILLES FRAÎCHES		10 GR. DE FEUILLES SÈCHES	
	non anesthésiées	anesthésiées	non anesthésiées	anesthésiées
	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.
Après 3 jours. .	47,2	93,9	20,2	41,1
» 20 heures .	32,4	66,9	13,9	29,3
» 23 » .	40,5	82,3	17,3	36,1
» 20 » .	45,8	108,3	19,6	47,5

Expérience N° 7

La feuille de *Phylodendron* (cueillie aux serres du Jardin des Plantes de Varsovie), après le lavage, a été découpée en fragments carrés d'environ 1 centim. carré.

a) 5gr0753 de feuilles fraîches ont été placés sur une solution de sucre à 10 °/₀ à l'obscurité. Au bout de deux jours, ces feuilles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 6mg4.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 42mg d'acide carbonique.

10gr des feuilles sèches . . . 52mg.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été encore placées à l'obscurité sur la solution de sucre à 10 °/₀ ; 23 heures après, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures 1/2. Température : 18°. Acide carbonique dégagé : 8mg8.

D'où, 100gr des feuilles dégagent en une heure 49mg5 d'acide carbonique.

10gr des feuilles sèches . . . 71mg4.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été placées à l'obscurité sur la même solution de sucre. Au bout de 12 heures, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures 1/2. Température : 18°. Acide carbonique dégagé : 7mg2.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 40mg5 d'acide carbonique.

10gr de matières sèches . . . 58mg5.

A la fin de l'expérience, les feuilles, après un lavage à l'eau, ont été desséchées à 100°. Poids sec : 1gr2317.

b) 5gr2173 des feuilles fraîches de *Phylodendron* ont été placés à l'obscurité sur une solution de sucre à 10 % avec éther à 2 %. Au bout de deux jours, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 11mg2.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 71mg6 d'acide carbonique.

10gr de matières sèches . . . 92mg5.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été de nouveau placées sur la même solution à l'obscurité et après 23 heures mises dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures 1/2. Température : 18°. Acide carbonique dégagé : 10mg8.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 59mg1 d'acide carbonique.

10gr de matières sèches . . . 89mg3.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été de nouveau placées sur la même solution à l'obscurité et 12 heures après dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures 1/2. Température : 18°. Acide carbonique dégagé : 7mg6.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 41mg6 d'acide carbonique.

10gr de matières sèches. . . 62mg8.

A la fin de l'expérience, les feuilles ont été lavées à l'eau et desséchées à 100°.

Mettons les résultats obtenus dans le tableau suivant :

	100 GR. DE FEUILLES FRAÎCHES		10 GR. DE MATIÈRES SÈCHES	
	non anesthésiées	anesthésiées	non anesthésiées	anesthésiées
	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.
Après 2 jours. .	42	71	52	92,5
» 23 heures .	49.5	59,1	71	89,3
» 12 » .	40,5	41,6	58,5	62,8

Expérience N° 8

Les germes du Blé ont été l'objet des expériences.

a) 2gr9120 des germes secs après un lavage à l'eau ont été placés dans une atmosphère humide durant 6 heures, puis portés dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 10mg8.

D'où, 100gr des germes secs du Blé dégagent en une heure 123mg6 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les germes ont été lavés de nouveau à l'eau et portés à une atmosphère humide durant 10 heures : puis ils étaient placés dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. Température : 18°. Acide carbonique dégagé : 9mg6.

D'où, 100gr des germes secs du Blé dégagent en une heure 109mg9 d'acide carbonique.

b) 2gr4631 des germes secs du Blé, baignés dans l'eau et l'éther à 2 °/₀, ont été mis dans une atmosphère humide durant 6 heures ; puis placés dans l'appareil de Pettenkofer pendant 3 heures. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 8mg4.

D'où : 100gr de germes secs dégagent en une heure 113mg7 CO^2

A la fin de l'expérience ils ont été de nouveau baignés à l'eau et à l'éther et mis à une atmosphère humide durant 10 heures ; puis ils ont été placés dans l'appareil de Pettenkofer pendant 3 heures. Température : 18°. Acide carbonique dégagé : 2mg8.

D'où, 100gr des germes secs dégagent en une heure 37mg9 d'acide carbonique.

Expérience N° 9

Les germes du Blé ont été l'objet des expériences.

a) 4gr3624 des germes secs du Blé, baignés à l'eau, ont été mis dans une atmosphère humide durant 17 heures ; puis placés dans l'appareil de Pettenkofer pendant 3 heures. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 11mg.

D'où, 100gr des germes secs du Blé dégagent en une heure 84mg d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, ils ont été de nouveau baignés à l'eau et placés dans une atmosphère humide durant 26 heures ; puis portés dans l'appareil de Pettenkofer pendant 2 heures 1/4. Température : 18°. Acide carbonique dégagé : 34mg4.

D'où, 100gr des germes secs dégagent en une heure 350mg5 d'acide carbonique.

b) 4gr1979 des germes secs baignés à l'eau ont été placés dans une atmosphère humide durant 7 heures et puis baignés à l'eau contenant de l'éther à 2 °/o et placés dans les vapeurs de cette dissolution durant 12 heures ; ensuite ils ont été introduits dans l'appareil de Pettenkofer pendant 3 heures. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 6mg8.

D'où, 100gr des germes secs dégagent en une heure 54mg d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience les germes ont été baignés de nouveau dans l'eau contenant l'éther et séjournaient dans les vapeurs de cette solution durant 26 heures. Puis ils ont été placés dans l'appareil de Pettenkofer durant 2 heures 1/4. Température : 18°. Acide carbonique dégagé : 10mg8.

D'où, 100gr des germes secs dégagent en une heure 111mg7 d'acide carbonique.

Comparons les résultats obtenus des expériences 8 et 9.

	100 GR. DES GERMES SECS	
	non anesthésiés	anesthésiés
	milligr.	milligr.
N° 8. — Après 6 heures	123,6	113,7
» 10 »	109,9	37,9
N° 9. — » 17 »	84	54
» 26 »	350	117,7

Expérience N° 10

J'ai opéré sur les feuilles étiolées de *Lupinus luteus*.

a) 3gr5538 des feuilles fraîches ont été placés sur une solution de sucre à 10 °/o avec éther à 2 °/o sous une cloche à la lumière. Au bout de 2 jours on put remarquer un verdissement. Trois jours après le début de l'expérience elles ont été placées dans l'appareil de Pettenkofer durant une heure. Acide carbonique dégagé : 5mg6.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 157mg6 d'acide carbonique.

10gr de matières sèches . . . 49mg5.

A la fin de l'expérience elles ont été portées aux mêmes conditions durant 3 jours. Le verdissement fut très considérable. Puis elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 7mg2.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 202mg5.

10gr des matières sèches . . . 43mg1.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été lavées à l'eau et desséchées à 100. Poids sec : 1gr1323.

b) 3gr 9113 des feuilles fraîches étiolées ont été placées à l'obscurité sur une solution de sucre à 10 °/₀ avec éther à 2 °/₀. Au bout de trois jours elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer durant une heure. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 6mg8.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure 173mg4.

10gr de matières sèches . . . 81mg5.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été portées aux mêmes conditions durant 3 jours ; puis placées dans l'appareil de Pettenkofer pendant une heure. Température : 19°. Acide carbonique dégagé : 6mg4.

D'où, 100gr des feuilles fraîches dégagent en une heure : 163mg4 d'acide carbonique.

10gr des matières sèches . . . 46mg7.

A la fin de l'expérience les feuilles ont été lavées à l'eau et desséchées. Poids sec : 0gr8340.

(A suivre.)

SUR LA CHUTE DES FEUILLES

DE CERTAINES MONOCOTYLÉDONES

par M. Edm. FOUILLOY

L'*Octomeria* (fig. 60), classé par Lindley dans la tribu des Malaxidées, est une petite Orchidée originaire des régions tempérées de l'Amérique tropicale.

Si l'on examine la plante qui est toujours de taille réduite, on voit s'élever, au-dessus de rhizomes à nombreuses racines, des tiges cylindriques (*t*) terminées chacune par un petit épi de fleurs (*fl*) naissant à l'aisselle d'une feuille assez épaisse (*f*). En outre, chaque tige présente au-dessous de la feuille principale normalement développée, deux ou trois nœuds noirâtres bien marqués, sur lesquels viennent s'insérer de petites feuilles engaînantes d'une

Fig. 60. — *Octomeria.*

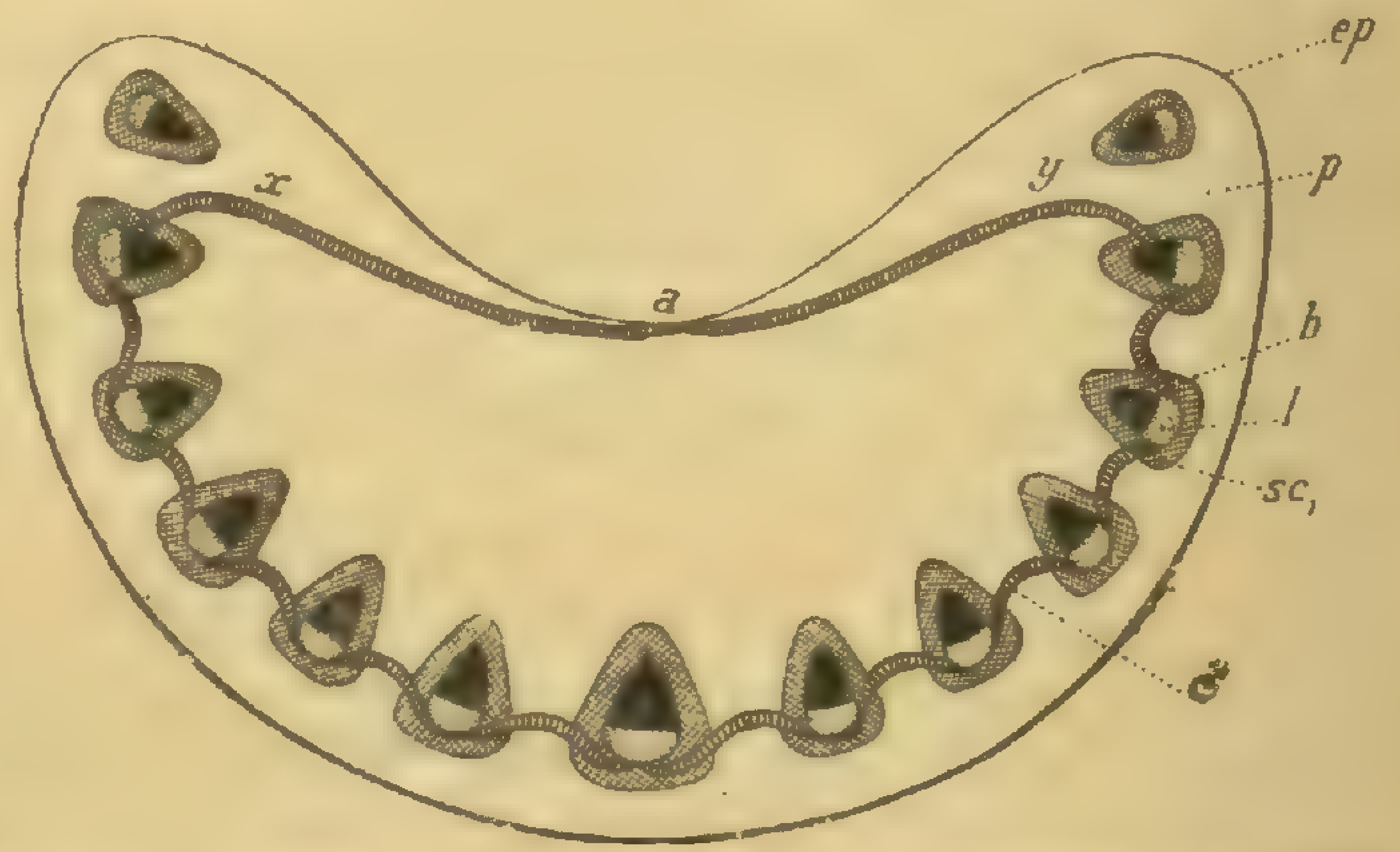


Fig. 61. — Coupe d'*Octomeria* dans la région où la feuille principale se rattache à la tige.

extrême ténuité. Ces petites feuilles recouvrent presque complètement chaque entre-nœud.

Un examen plus attentif de la feuille principale et de la tige nous permet de constater, au point d'union de ces deux organes, la présence d'une zone (*z*) dont la coloration, ordinairement blanchâtre, tranche sur la couleur des tissus voisins.

Faisons des coupes transversales successives dans la région où la feuille principale se rattache à la tige, et examinons ces coupes en commençant par celles qui sont faites dans la feuille même, au-dessus par conséquent de la zone blanchâtre dont il vient d'être question.

Ces coupes présentent de l'extérieur vers l'intérieur :

1° Un épiderme ;

2° Une assise de cellules sclérifiées ;

3° Le tissu propre de la feuille dans lequel se trouvent noyés les faisceaux libéro-ligneux. Ces faisceaux affectent la forme d'un arc, et n'existent que du côté de la face inférieure de la feuille. Ils sont entourés chacun par une forte gaîne de sclérenchyme.

Nous avons sérié nos coupes et nous n'avons pas tardé à en rencontrer quelques-unes d'une grande variété d'aspect, et dont la première est représentée par la figure 61.

Dans cette coupe, les faisceaux libéro-ligneux sont tous, sauf

Fig. 62. — Autre coupe d'*Octomeria* dans la région où la feuille principale se rattache à la tige.

deux, réunis par une couche de cellules qui se termine sur la face supérieure de la feuille en (*a*), en se raccordant avec l'épiderme. Ces cellules sont petites, aplaties, à parois épaissies, et se colorent fortement par le carmin ; leurs membranes sont donc cellulosiques.

Dans les coupes suivantes, nous voyons que le diamètre de la section délimitée par cette couche diminue de plus en plus. La portion supérieure (*x y*) de cette couche, qui est sous-jacente à l'épiderme de la face supérieure de la feuille, s'en éloigne petit à petit tandis que sa portion inférieure, abandonnant au fur et à

mesure un ou deux faisceaux libéro-ligneux latéraux, finit par nous donner la coupe représentée par la figure 62.

Les coupes suivantes seront les coupes normales que nous avons rencontrées au début, c'est-à-dire caractéristiques d'un organe foliaire.

Cette variété d'aspect offertes par ces préparations, nous a engagé à étudier un autre type à feuilles charnues, mais à pseudo-bulbes comme le *Bolbophyllum* (fig. 63). Dans cette espèce, on aperçoit, au-dessus d'un faisceau de racines, des pseudo-bulbes oblongs qui ne sont autre chose que des tiges renflées (t). A la partie supérieure

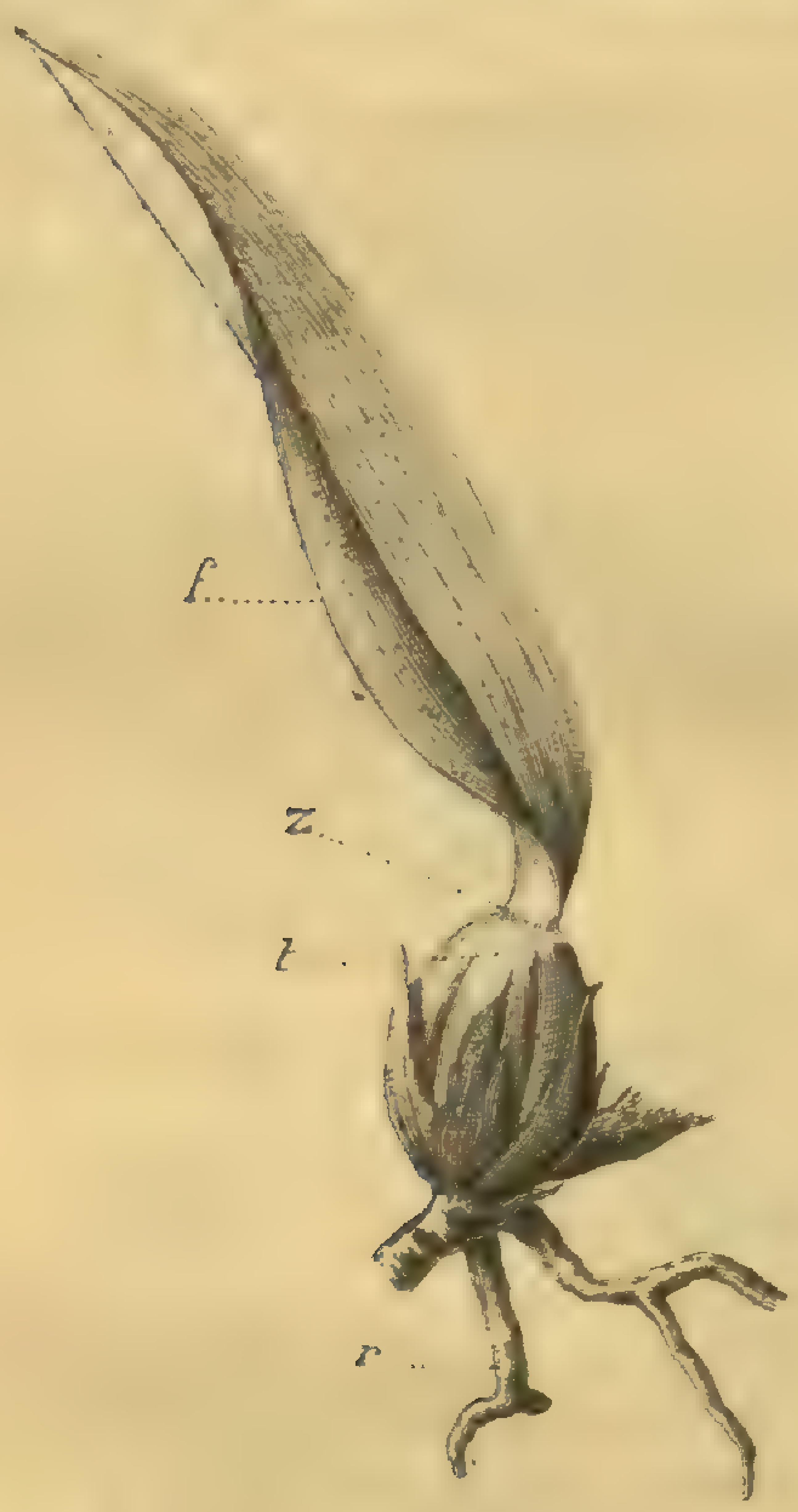


Fig. 63. — *Bulbophyllum*.

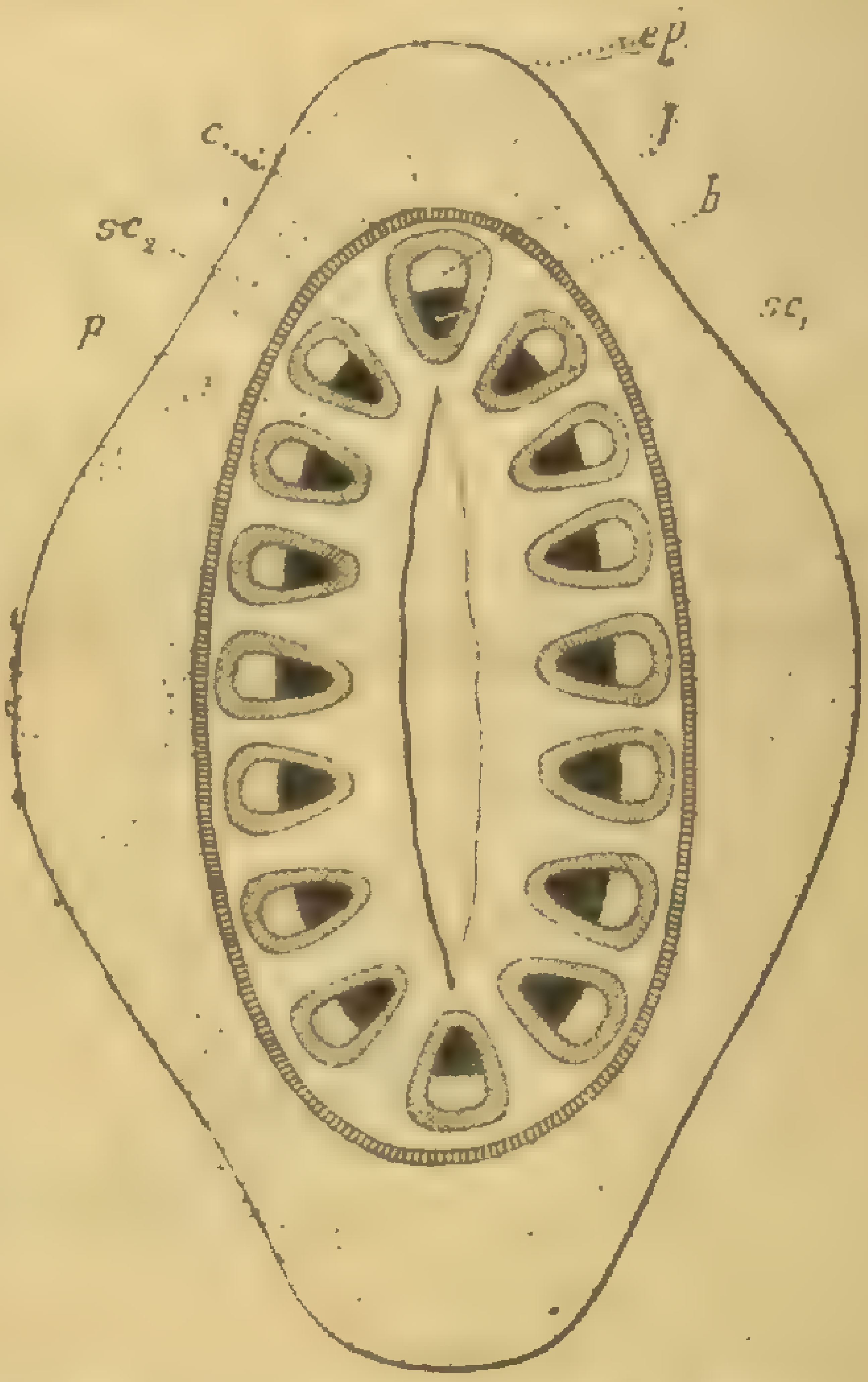


Fig. 64. — Coupe de *Bulbophyllum* dans la région où la feuille vient s'insérer sur le pseudo-bulbe.

de chacun de ces pseudo-bulbes prend naissance une feuille (f) d'une certaine épaisseur; à leur base, on remarque au plus deux bourgeons d'où sortiront, à la pousse prochaine, un ou deux autres pseudo-bulbes. La région où la feuille vient s'insérer sur le pseudo-bulbe est toujours caractérisée par la zone blanchâtre (z) que nous avons signalée dans l'*Octomeria*.

Faisons de nouveau une série continue de coupes de part et d'autre de cette zone.

Au-dessus de cette zone, les coupes n'offrent rien de particulier; ce sont des coupes normales de feuille.

Au niveau de la zone, nos préparations présentent un aspect variable selon la hauteur à laquelle sont faites les coupes. Les premières nous présentent à l'intérieur le tissu propre du pseudo-bulbe, à cellules lignifiées et protégé par un épiderme, au centre le tissu de la feuille (fig. 64).

Bordant les cellules lignifiées du pseudo-bulbe, et extérieurement aux faisceaux libéro-ligneux, nous apercevons la couche de cellules aplaties et fortement colorées en rose par le carmin que nous avons rencontrée dans l'*Octomeria*.

Le diamètre de cette couche diminue de plus en plus que nos

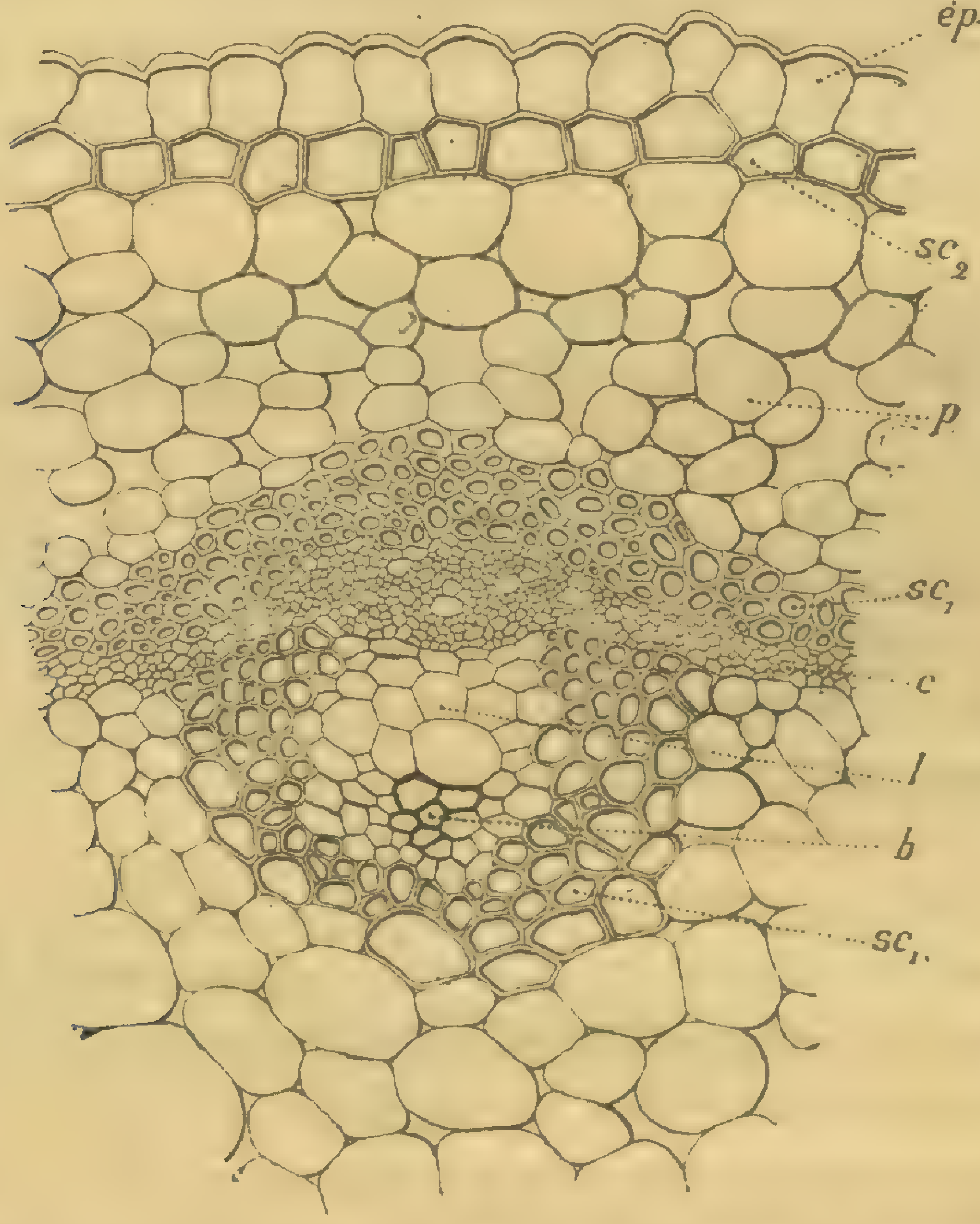


Fig. 65. — Coupe longitudinale d'un pseudo-bulbe de *Bulbophyllum*. Les lettres correspondent à celles des figures 61, 62 et 64.

coupes s'éloignent du niveau supérieur de la zone. Mais, contrairement à l'*Octomeria*, sa diminution s'opère également par rapport à la surface du pseudo-bulbe, de telle sorte qu'elle paraît se

rapprocher du centre de la section. Elle est d'abord extérieure au cercle limité par les faisceaux libéro-ligneux, l'intéresse, puis elle lui devient intérieure, ses cellules tranchant toujours par leur couleur plus vive sur les cellules environnantes. Enfin, elle se réduit au centre des dernières coupes à une masse très nette entourée par les tissus propres du pseudo-bulbe.

L'explication du rôle que doit jouer cette couche anormale ne peut être donnée que par des coupes longitudinales.

Détachons donc un pseudo-bulbe de *Bolbophyllum*, et faisons des coupes longitudinales intéressant la zone que nous avons signalée (fig. 65).

Au milieu de chaque coupe, séparant les tissus de la feuille de ceux du pseudo-bulbe, on aperçoit une couche de petites cellules à parois épaissies qui n'est autre chose que la couche que nous avons rencontrée dans nos coupes transversales. Cette couche affecte ici la forme d'une cupule dont la convexité est dirigée du côté du pseudo-bulbe.

Elle est traversée par les faisceaux libéro-ligneux qui se rendent du pseudo-bulbe dans la feuille. D'un côté, elle se continue avec les cellules du parenchyme de la feuille, de l'autre elle est en contact avec plusieurs assises de cellules fortement lignifiées, bien colorées en vert par le vert d'iode, et qui représentent les cellules de la partie supérieure du pseudo-bulbe.

Quant aux cellules propres du pseudo-bulbe, immédiatement sous-jacente à la zone lignifiée, elles sont colorées en rose par le carmin.

Considérons la couche en forme de cupule : elle n'est autre que la région suivant laquelle se produira le détachement de la feuille du pseudo-bulbe. Nous pouvons l'appeler zone de décollement.

L'assise de cellules vertes sur laquelle elle repose, représente le tissu de cicatrisation qui sera mis à nu lors de la chute de la feuille.

Ce qui caractérise cette zone, c'est que son apparition à la limite du pseudo-bulbe et de la feuille, est très précoce. Elle se forme dès que les tissus de la feuille sont différenciés.

On comprend dès lors que la feuille se détachant du pseudo-bulbe, laisse sur celui-ci une cicatrice en forme de cupule. Le fond

de cette cupule est protégé par les assises lignifiées dont nous avons reconnu la présence au-dessous de la zone de décollement.

Ceci nous permet de comprendre la variété d'aspect que nous ont offerte nos coupes transversales et successives, faites de haut en bas, et de part et d'autre de la région où la feuille s'implante sur le pseudo-bulbe.

Il est clair qu'à mesure que la section se rapproche du fond de la cupule, le diamètre de la zone de décollement diminue, et que cette zone paraît se rapprocher du centre de la section.

Cette zone de décollement se retrouve dans un grand nombre de genres d'orchidées, en particulier dans les genres *Aspasia*, *Cattleya*, *Calogyne*, *Epidendrum*, *Ornithidium*, *Pholidota*, etc., en un mot dans tous les genres qui présentent des feuilles de certaine épaisseur.

On la retrouve chez d'autres Monocotylédones, par exemple les Dracœna (*Dracœna salicifolia*), les Monstera (*Monstera deliciosa*).

En résumé, dans les Monocotylédones à feuilles épaisses et caduques, la région suivant laquelle s'opère le décollement de la feuille se différencie de très bonne heure. Longtemps avant le moment où s'opérera la chute de la feuille, cette assise formée de cellules petites et restées cellulosiques, se distingue très nettement des tissus qui l'avoisinent.

LA VÉGÉTATION
DE L'ILE DE LESBOS (MYTILÈNE)

par M. **PALÉOLOGOS C. CANDARGY** (*Fin*).

V. Région du *Quercus Ægilops* L.

La région du *Quercus Ægilops* occupe presque toute l'Ordymnie ainsi que l'Ouest et le Nord de la Lepetymnie ; c'est la seule région botanique de l'île de Lesbos qui n'offre aucune solution de continuité.

Le sol de la région est essentiellement constitué par des conglomérats et des tufs d'andésite (Ouest et Sud) et par des andésites à mica noir, hornblende et pyroxène (Nord et Centre) ; à l'Ouest du golfe de Kalloni se trouvent des îlots assez vastes de labradorites à pyroxène et mica noir et de basaltes labradorites ; au Nord-Ouest, aux environs de Mandamados, existe un petit îlot de trachytes rhytolithiques ; enfin, à l'Ouest d'Antissa une petite bande littorale est constituée par des terrains pontiens ou calcaires lacustres néogènes. Cette région est donc caractérisée au point de vue de la nature du sol par l'absence des terrains paléozoïques que nous avons vu affleurer dans les deux régions précédentes.

Si le contraste entre la région du *Quercus Ægilops* et celles de l'*Olea europæa* et du *Pinus maritima* est frappant au point de vue de la constitution générale du sol, il ne l'est pas moins pour la flore. L'Olivier sauvage est cultivé, le *Quercus coccifera*, les *Myrtus*, *Cistus* et *Salvia* frutescents, les *Clematis cirrhosa* et *balearica*, l'*Ephedra campyloclada*, le *Pinus maritima*, sont remplacés par le *Quercus Ægilops* (1), qui forme des forêts espacées, en grande partie détruites, et quelquefois aussi par le *Pinus Laricio*. Les *Arbutus Unedo* et *Andrachne* font aussi défaut; à leur place, on trouve le *Rhododendron flavum* (à Agra, à Parakila, près Chydaira,

(1) Les agglomérations les plus importantes de *Quercus Ægilops* sont indiquées sur la carte botanique par des îlots disséminés au milieu du grisé.

aux montagnes Chaliki et Bordonas, près Vatussa). Cette espèce existe dans la Troade, qui, au point de vue géologique, est la continuation de notre région ; elle se retrouve en Bithynie, en Cilicie et dans les régions pontiques et caucasiques. Signalons encore la présence de l'*Amygdalus Webii* Spach, dont nous reparlerons bientôt à propos de sa présence en Troade.

Les espèces les plus remarquables de la région du *Quercus Ægilops* sont les suivantes :

Osmunda regalis,
Pinus Laricio,
Secale cereale,
Asphodeline brevicaulis,
Quercus Ægilops,
Q. Cerris v. pseudo-Cerris,
Loranthus europæus,
Symphytum sicyosmum,
Styrax officinalis,
Rhododendron flavum,
Delphinium peregrinum,
Nigella elata v. depauperata,
Enarthrocarpus arcuatus,
Paronichia macrosepala,
Corrigiola littoralis,
Hypericum atomarium,
Ruta montana,
R. chalepensis,
Euphorbia Peplus v. acerata,
Callitriche pedunculata,
Cydonia vulgaris,
Amygdalus Webii,
Prunus domestica,
Lupinus hirsutus,
Adenocarpus divaricatus v. græcus,
Medicago falcata v. prostrata.

Au point de vue paléophytologique, la région du *Quercus Ægilops* se prête à quelques observations intéressantes.

La présence actuelle du *Rhododendron* et du *Styrax* coïncide précisément avec la présence des espèces fossiles voisines de la même région. D'autre part nos autres bois fossiles, tels que *Juglandinium mediterraneum* et *Mirbelites lesbius*, rapprochés des Juglandées, peuvent expliquer la présence du *Rhododendron flavum* en ce sens que les Juglandées fossiles correspondent exactement aux Juglandées vivant aujourd'hui dans les régions caucasiques en compagnie du *Rhododendron flavum*.

Ce fait, ainsi que l'extension d'autres espèces caucasiennes vers notre île (par exemple *Centaurea depressa*, *Fritillaria pontica*, *Merendera sobolifera*, *Vincetoxicum canescens*, *Vitis vinifera*, *Amygdalus*, *Prunus*, *Cydonia*, *Pyrus*, etc.), montrent qu'avant l'effondrement de l'Égeide il y avait continuité avec notre flore et que, par conséquent, bon nombre des espèces de Lesbos ont dû s'y établir pendant l'époque tertiaire.

VI. Région du *Castanea vulgaris* Lam.

La région du Châtaignier, la plus restreinte de toutes, est limitée à la zone montagneuse supérieure des monts Olympos et Lepetymnon; encore n'est-elle bien développée que sur les hauteurs de l'Olympe, où l'on trouve de belles forêts.

Le sol du massif de l'Olympe est constitué surtout par des schistes métamorphiques et des marbres, mais dans la partie ouest il est formé de serpentines. Le Leptymnon est entièrement sur des andésites à mica noir, hornblende et pyroxène.

On sait que le Châtaignier est une des espèces silicicoles les plus caractéristiques. Une question se pose naturellement ici : cette espèce trouve-t-elle sur les terrains variés de l'Olympe et du Lepetymnon une quantité de silice suffisante ? La réponse affirmative n'est nullement douteuse. En effet, les roches cristallines anciennes (schistes métamorphiques et marbres) sont très riches en silice et renferment souvent de nombreuses veines de quartz; les serpentines contiennent environ 40 °/₀ de silice; enfin les andésites sont formées de silice dans une proportion de 50 à 60 °/₀ (1). L'altitude, qui est sans contredit la cause première de la présence du Châtaignier (et des espèces subalpines qui l'accompagnent) sur les sommets de l'Olympos et du Lepetymnon, n'est donc pas la seule influence qui agisse sur la distribution de cette espèce : le Châtaignier ferait défaut sur les plus hauts massifs de notre île si la nature chimique du sol n'y était favorable à son développement.

Les espèces les plus caractéristiques de la région du Châtaignier sont :

Pteris aquilina,
Cystopteris fragilis,
Cheilanthes Szowitii,
Asplenium Trichomanes,
A. Adiantum nigrum v. acutum By.,
Nephrodium rigidum v. australe,
Ephedra nebrodensis,
Milium vernale v. montianum,
Poa cæsia,
Carex Linkii,
Luzula Forsteri,
Colchicum variegatum,
Tulipa Theophrasti P. Cand.,
T. Orphanidea,
Allium sphærocephalum,
Fritillaria pontica,
Crocus sativus v. Palasii (et région supérieure du Pinus),
Orchis comperiana,
Platanthera bifolia,
Cephalanthera ensifolia,
Epipactis atrorubens,

(1) Ces analyses sont tirées du travail de M. L. de Launay, cité plus haut.

Limodorum abortivum,
Listera ovata,
Corylus Avellana, rare,
Castanea vulgaris,
Rumex acetoselloides,
Cota tinctoria,
C. Theophrasti P. Cand.,
Anthemis montana v. anatolica,
Chamæmelum lesbiacum P. Cand.,
C. Oreades v. Kotschyi,
Sideritis cretica,
Ajuga orientalis v. cryptandra P. Cand.,
Verbascum piscicidum P. Cand.,
Scrofularia lepetymnica P. Cand.,
Pæonia peregrina.
Aubrietia deltoidea,
Alliaria officinalis,
Æthionema ovalifolium v. heterocarpum.
Viola sylvatica,
Paronychia chionæa,
Rhus coriaria,
Sedum amplexicaule,
S. eriocarpum,
Torilis infesta,
Scandix Pecten-Veneris v. montana,
Hedera Helix,
Cratægus monogyna,
Rubus tomentosa,
Agrimonia Eupatoria,
Poterium muricatum,
Cerasus prostrata,
Prunus spinosa,
Cytisus candicans,
Trifolium purpureum,
Astragalus angustifolius,
Vicia Cracca v. villosula.
Ervum Lenticula v. macropodum P. Cand.

En résumé, l'île de Lesbos est partagée en six régions botaniques ou zones de végétation.

1° La *région littorale* est caractérisée par une flore marine ou littorale, soumise principalement à l'*influence chimique du chlorure de sodium* et distribuée irrégulièrement suivant la nature physique des terrains littoraux ;

2° La *région des plaines* comprend la flore spontanée des lieux incultes et des cultures (Céréales, Figuier, Vigne, Oranger, Citronnier, Mûrier, etc.). Les espèces de plaines qui caractérisent cette région sont surtout localisées sur *les sables et les galets pliocènes ou récents* et sur *les alluvions modernes*.

3° La *région de l'Olivier* est caractérisée par une flore xérophile localisée sur des collines arides, peu élevées et exposées au soleil brûlant du midi. Cette flore est plus particulièrement répandue sur les *roches cristallines anciennes* (schistes métamorphiques et marbres).

4° La *région du Pin maritime* ou *zone forestière* par excellence, est caractérisée par une flore qui recherche une exposition fraîche, atteint la limite de la région du Châtaignier et est surtout localisée sur les *serpentines* et les *péridotites*.

5° La région du *Quercus Ægilops*, qui renferme également des forêts, est caractérisée par une flore différente de celle des deux régions précédentes où l'on retrouve cependant des conditions identiques dans l'exposition et l'altitude. On trouve l'explication de ce contraste dans la constitution géologique du sol qui, avant la fin de l'époque tertiaire, était relié à des régions géologiques et floristiques différentes de celles des autres parties de l'île. La flore de la région du *Quercus Ægilops* est surtout localisée sur les *andésites*.

6° La *région du Châtaignier* est spéciale aux régions montagneuses supérieures; on y trouve des représentants de la flore subalpine et même de la flore alpine de l'Europe et de l'Asie. Les divers terrains de cette zone supérieure renferment de la *silice* en quantité suffisante pour y permettre le développement du Châtaignier.

Une soixantaine d'espèces, dont quelques-unes spéciales à Lesbos, sont localisées seulement sur certains points de l'île. Les noms de ces espèces sont écrits sur la carte botanique (Pl. 12 et 13) aux endroits qu'elles habitent. Quand ces espèces n'ont qu'une localité unique ou sont cantonnées dans une aire très restreinte, leur nom est précédé d'une petite croix placée justement à l'endroit précis où pousse la plante. Tel est le cas, par exemple, des *Pinus Laricio, Rhododendron flavum, Cydonia vulgaris, Rhamnus prunifolia, Poa cæsia, Styrax officinalis, Prunus insititia, P. spinosa, Lavatera arborea*, etc.

Ces espèces à localité unique ou à aire excessivement restreinte ne sont pas toujours les plus intéressantes au point de vue de la géographie botanique. D'autres qui, comme l'*Echinops lepetymnicus*, le *Paronychia macrosepala*, le *Silene squamigera*, l'*Ephedra campylo-clada*, l'*Euphorbia Phlomos*, etc., sont localisées sur des espaces assez vastes, sont du plus haut intérêt pour caractériser la végétation de telle ou telle partie de l'île. Quelques-unes présentent même quelques particularités remarquables suivant l'influence du milieu; c'est ainsi que le *Microlonchoides pinnatum*, dans la région du Pin maritime, change complètement d'aspect avec la nature du sol et l'altitude (Pl. 14). Sur la serpentine, à environ 400 mètres d'altitude, cette plante a plus de 50 centimètres de hauteur; sa hampe florifère dépasse 30 centimètres, ses feuilles sont à divisions étroites

et sa partie souterraine est grêle. Au contraire, sur les calcaires cristallins, à environ 600 mètres d'altitude, le port de la plante est tout autre et rappelle celui des plantes alpines ; la partie souterraine est beaucoup plus développée et les feuilles, à divisions plus grandes, forment une rosette d'où sort une hampe florifère qui n'a que 4 centimètres de hauteur.

Nous terminerons cette étude des régions botaniques de l'île de Lesbos par quelques observations de statistique florale.

Si l'on se place au point de vue du nombre des espèces qui caractérisent plus spécialement chaque région, on voit que la plus importante serait celle de l'Olivier dans laquelle on trouve 123 espèces xérophiles spéciales ; après viendraient celles du Châtaignier et du Pin maritime avec 58 et 57 espèces, puis la région des plaines avec 30, enfin celle de *Quercus Ægilops* avec 26. Nous faisons abstraction, dans cette comparaison, de la flore littorale représentée par environ 90 espèces, mais les régions ayant été inégalement explorées, il est impossible d'en tirer une conclusion absolument exacte.

Si, au contraire, on compare la richesse florale des diverses régions botaniques de l'île avec leur grandeur relative (abstraction toujours faite de la région littorale), l'ordre d'importance est différent. La région du Châtaignier, de beaucoup la plus restreinte, est, comparativement à son étendue, celle qui est la plus riche en espèces caractéristiques.

Le nombre des plantes vasculaires qui croissent dans les diverses régions botaniques de l'île de Lesbos est de 1268 espèces réparties en 439 genres. Sur ce nombre on compte 137 espèces ligneuses, réparties en 89 genres. Cette proportion relativement considérable d'espèces ligneuses n'a rien qui puisse nous étonner puisqu'il est démontré depuis longtemps que plus une flore a des caractères insulaires plus elle est riche en espèces ligneuses.

Bien que les listes précédentes, d'espèces spéciales aux régions, soient incomplètes, comme le nombre total des espèces vasculaires de Lesbos est de 1268, il y a donc près des deux tiers des espèces qui sont indifférentes aux diverses influences qui agissent sur la dispersion de certaines espèces dans les diverses régions de l'île.

abstraction toujours faite de la zone littorale d'où le sel marin exclut presque toutes les plantes de l'intérieur.

II. — Affinités de la flore de l'île de Lesbos avec les flores des autres pays.

Nous allons, dans cette partie de notre travail, essayer de montrer les affinités de la flore de Lesbos, non seulement avec la flore des contrées voisines, mais avec celles de toutes les contrées du globe. La chose est relativement facile vu le nombre restreint des espèces de Lesbos ; d'autre part la situation géographique de l'île se prête très bien à l'établissement de régions de comparaison de plus en plus vastes.

Sur les 1268 espèces vasculaires de Lesbos, 60, créées et décrites par nous (1), sont spéciales à cette île ; on y trouve de plus un nombre encore plus grand de variétés ou formes que nous avons également décrites et qui ne sont point connues ailleurs. Nous aurions pu simplement, dans l'étude des affinités de la flore de Lesbos avec la flore des autres pays, ne point parler de ces espèces, variétés ou formes indigènes, mais comme la plupart sont très voisines d'autres espèces des régions environnantes, il nous semble plus logique de les considérer ici comme des *types de remplacement*. En conséquence, chaque fois qu'il y aura lieu, nous ferons suivre la liste des espèces communes à l'île de Lesbos et à une autre région géographique, d'une seconde liste où seront mises en regard les espèces ou variétés spéciales à Lesbos et les espèces qu'elles remplacent dans cet autre pays.

I. Espèces de l'Asie Mineure (Anatolie).

1° *Espèces communes à l'Asie Mineure et à l'île de Lesbos.*

On trouve dans l'île de Lesbos 56 espèces qui n'existent guère ailleurs que dans l'Asie Mineure ; ce sont donc des espèces à aire très restreinte dont la dispersion orientale s'arrête aux limites Est

(1) Consulter : *La végétation de l'île de Lesbos*, Thèse de la Faculté des Sciences, 1899. — Les espèces nouvelles les plus importantes sont figurées sur les planches 14, 15 et 16.

de l'Anatolie et dont la dispersion occidentale a pour limites naturelles l'île de Lesbos. Ces espèces sont :

Juniperus excelsa,
Secale cereale,
Bromus patulus,
Ventenata subinervis,
Juncus Gerardi v. condensatus,
Asphodeline brevicaulis,
Fritillaria pontica,
Merendera sobolifera,
Iris ochroleuca,
I. troyana,
Orchis anatolica,
O. Comperiana,
Quercus pseudo-Cerris,
Q. calliprinos,
Juglans regia (1) (+ Ind. bor.),
Aristolochia hirta (+ Chios),
Beta trigyna (+ Hongrie),
Inula heterolepis,
Pulicaria microclada,
Anthemis truncata,
Chamæmelum Oreades v. Kotschyi,
Centaurea Reuteriana,
C. depressa,
Cnicus Kotschyi,
Tragopogon longirostre,
Taraxacum officinale v. lævigatum,
Crepis Reuteriana,
Lagoseris orientalis,
Rubia Olivieri v. elliptica,
Crucianella macrostachya,
Galium nigricans,
Galium caudatum v. chium,
Vincetoxicum canescens,
Convolvulus Scammonia,
Lavandula cariensis,
Ziryphora taurica,
Salvia pinnata,
Verbascum pyonostachyum,
Plantago cretica,
Rhododendron flavum,
Nigella ellata v. depauperata,
Arabis Montbretiana (+ Syrie, Pers., Allg.),
Alsine lydia,
Silene quinquevalnera (+ Chios),
Mœnchia cærulea,
Microsciadium tenuifolium,
Umbilicus intermedius,
Pyrus amygdaliformis,
P. elæagnifolia,
Trifolium Presbianum,
T. globosum (+ Bysance),
T. pilulare,
T. Petrisavii (+ Bysance),
T. Meneghinianum (+ Bysance),
Lathyrus pseudo-Aphaca,
Vicia cuspidata (+ Syrie).

2° *Espèces spéciales à l'Asie Mineure et remplacées dans l'île de Lesbos par des espèces indigènes très voisines ou simplement par des variétés spéciales à l'île.*

Ces types de remplacement sont au nombre d'une trentaine; quelques-uns ne correspondent pas exclusivement à une seule espèce ou variété, mais à toutes les espèces d'un groupe. Ce sont :

Espèces ou variétés spéciales à Lesbos.	*Espèces très voisines de l'Asie Mineure.*
Juncus lesbiacus P. Cand.,	Espèces de la section Cyperoides,
Allium aristatum P. Cand.,	Espèces de la section Schœnoprosum,

(1) Cultivé.

Tulipa Theophrasti P. Cand.,	Espèces de la section Eriostemones,
Cota Theophrasti P. Cand.,	Cota truncata J. Gay,
Anthemis aciphylla Boiss. v. macropoda P. Cand.,	Anthemis aciphylla Boiss. v. typica Boiss.,
Anthemis lesbiaca P. Cand.,	Anthemis smyrnæa Boiss.,
Chamæmelum lesbiacum P. Cand.,	Ch. grandiflorum Boiss. et Hausskn.,
Microlonchoides P. Cand.,	Callicephalus C.A.M.,
Lapsana olympica P. Cand.,	L. intermedia M. B.,
Crepis costata P. Cand.,	Crepis Kochiana Boiss.,
Campanula esculenta P. Cand.,	C. lyrata Lam.,
Lonicera etrusca Santi. v. xylostemoides P. Cand.,	L. etrusca v. viscidula Boiss.,
Galium caudatum Boiss. v. lesbiacum P. Cand.,	Galium caudatum v. typicum Boiss.,
Veronica lesbiaca P. Cand.,	V. filiformis Smth.,
Micromeria insularis P. Cand.,	M. serpyllifolia M.B.,
Symphytum sicyosmum P. Cand.,	S. anatolicum Boiss.,
Nephrosperma horizontale P. Cand.,	Le groupe des Pulmonaires anormales,
Verbascum piscicidum P. Cand.,	V. olympicum Boiss.,
Scrofularia lepetymnica P. Cand.,	Scrofularia de la section Ceramanthe,
Odontarrhena lesbiaca P. Cand.,	Od. elata Boiss.,
Alyssum xiphocarpum P. Cand.,	Al. macrostylum Boiss.,
Erysimum horizontale P. Cand.,	E. smyrnæum Boiss. et Bal.,
Raphanistrum glaucum P. Cand.,	R. rostratum D. C.,
Silene juvenalis Del. v. æolica P. Cand.	S. juvenalis v. typica,
Euphorbia Ledebourii Boiss. var. insularis P. Cand.,	E. Ledebourii v. typica,
Kenoplevrum P. Cand.,	Ferulago Koch,
Tordylium hirtocarpum P. Cand.,	T. persicum Boiss. et Hausskn.,
Ferula latisegmenta P. Cand.,	Ferula du groupe caspica Boiss.
Carum pachypodum P. Cand.,	Carum du groupe daucoides Boiss.
Trigonella smyrnæa Boiss. v. scorpioidea P. Cand.	T. smyrnæa Boiss. v. typica.

Quelques autres espèces spéciales à Lesbos, telles que *Valerianella thelocarpa* P. Cand., *V. metriola* P. Cand., *Inula lesbiaca* P. Cand., *Echinops lepeptymnicus* P. Cand., *E. Philiæ* P. Cand., *Lasiospora lanata* P. Cand., *Pulmonaria annua* P. Cand., *Lithospermum luteum* P. Cand., et *Viola lesbiaca* P. Cand., sembleraient aussi, d'après leur distribution géographique, devoir être remplacés par des types très voisins. Mais comme nous n'avons pu jusqu'ici les

rattacher à des types asiatiques d'une affinité manifeste, nous préférons, jusqu'à nouvel ordre, les considérer comme monotypiques et exclusivement spéciales à l'île de Lesbos. Par contre, le *Galega bicolor*, qui existe en face de Lesbos sur la côte occidentale de l'Asie Mineure, manque dans l'île et n'y est remplacé par aucune espèce ou variété affine.

3° Aux deux listes précédentes, il faut ajouter quelques autres espèces de l'Asie Mineure à aire de dispersion très restreinte et qui se trouvent également à Lesbos et s'y arrêtent. Ce sont :

a) 6 espèces qui ne se trouvent qu'aux environs de *Smyrne*, savoir :

Scrofularia Scopolii v. smyrnæa,
S. canina v. floribunda,
Alyssum smyrnæum,
Genista anatolica,
Trigonella smyrnæa,
Trifolium striatum v. macrodonton.

b) 1 espèce localisée dans la *Troade* :

Amygdalus Webii.

On voit sur la carte botanique (Pl. 12 et 13) que cette espèce est localisée dans la partie septentrionale de notre île ; la présence simultanée de l'*Amygdalus Webii* en Troade et à Lesbos s'explique donc facilement par la proximité géographique actuelle et surtout par la continuité qui existait anciennement entre l'île et le continent. Mais, la partie de Lesbos où se trouve l'*Amygdalus Webii* n'est que le prolongement géologique de la Troade, et, en Troade comme à Lesbos, cet Amandier ne végète que sur les andésites ; cette préférence si nette pour un sol spécial n'expliquerait-elle pas pourquoi l'*Amygdalus Webii* ne s'étend pas davantage en Asie Mineure.

On trouve aussi en Troade et aux environs de Smyrne deux types de remplacement. La variété *smyrnæa* Boiss. du *Tamarix Palasii*, localisée au bord des eaux saumâtres des environs de Smyrne, est remplacée à Lesbos par la variété *lesbiaca* P. Cand. ; la var. *troyana*, du *Potentilla Fragariastrum*, de la Troade, est remplacée à Lesbos par la var. *rhytidocalyx* P. Cand.

II. Espèces de Syrie et de Perse.

Les quatre espèces suivantes qui font partie de la flore de l'île de Lesbos ne se rencontrent guère ailleurs qu'en *Syrie* et en *Perse*. Ce sont :

Heliotropium rodundifolium (+ Sibérie),
Ononis leiosperma,
Plantago squamosa v. brachystachys (+ Egypte, — Perse).

Le *Pistacia vera* L., des mêmes régions, est remplacé à Lesbos par un autre type, le *P. affinis veræ* P. Cand.

III. Espèces insulaires de l'archipel grec.

1° *Espèces communes à l'archipel grec et à l'île de Lesbos.*

Dix espèces exclusivement insulaires, localisées dans l'archipel grec, se trouvent aussi dans l'île de Lesbos où ils arrivent à leur limite de distribution orientale, sans pénétrer sur le continent asiatique.

Ce sont :

Allium staticiforme,
Thymelæa argentea,
Anthemis cretica,
A. tomentosa,
Centaurea spinosa,
Sideritis cretica (seulement en Crète),
Statice rorida,
Cheiranthus Cheiri (1),
Alyssum umbellatum,
Silene Urvillæi.

2° *Espèces spéciales à l'archipel grec et remplacées dans l'île de Lesbos par des espèces très voisines.*

Ces espèces de remplacement sont les suivantes :

Lesbos	*Archipel grec*
Helichrysum sulfureum P. Cand.,	H. amorginum Boiss. et Orph.,
Ægialophila longispina P. Cand.,	A. cretica Boiss. et Heldr.
Trochocodon P. Cand.	Petromarala A. DC., de l'île de Crète.

Nous avons fait remarquer que les flores insulaires, et celle de Lesbos en particulier, sont généralement caractérisées par de nom-

(1) Frutescent et cultivé.

breuses espèces à structure ligneuse. Les deux listes précédentes viennent admirablement confirmer cette remarque, car sur les seize espèces insulaires citées, huit sont ligneuses.

IV. Espèces de Grèce et de l'Archipel.

1° *Espèces communes à la Grèce, à l'Archipel et à l'île de Lesbos.*

17 espèces qui arrivent dans notre île à leur limite de distribution orientale et se trouvent aussi dans les îles de l'Archipel, ont leurs limites de distribution occidentale dans la Grèce actuelle. Ce sont :

Tulipa Orphanidea,
Lilium candidum,
Colchicum variegatum,
Crocus sativus (+ Anatolie boré.),
Valerianella Soyeri,
Salvia pomifera,
Verbascum Guicciardi,
V. plicatum,
V. leucophyllum,
Cyclamen græcum,
Malcolmia græca,
Cerastium pedunculare,
Alcea rosea (+ Thrace),
Rhamnus prunifolia,
Johrenia græca,
Agrimonia Eupatoria v. græca.
Vicia salaminia.

2° *Espèces spéciales à la Grèce et à l'Archipel et remplacées dans l'île de Lesbos par des espèces ou variétés très voisines.*

Lesbos	*Grèce et Archipel*
Allium pruinosum P. Cand.,	Allium ampeloprasum v. pruinosum Boiss.,
Rumex græcus Boiss. et Heldr., var. undulatus P. Cand.,	R. græcus v. typicus Boiss.,
Marrubium hyperleucum P. Cand.,	M. Friwaldskyanum Boiss.,
Smyrnium æolicum P. Cand.,	Smyrnium Orphanides Boiss.,
Astragalus lesbiacus P. Cand.	Astr. Parnassi Boiss.

V. Espèces de l'Égéide.

Sous le nom d'Égéide on comprend toutes les terres baignées par la mer Égée, c'est-à-dire la Macédoine et la Thrace littorales, la Grèce actuelle, les îles de la mer Egée et l'Asie Mineure occidentale.

Jusqu'ici nous n'avons encore parlé que des affinités botaniques de l'île de Lesbos avec des régions situées soit à l'Est, soit à l'Ouest

de cette île et nous n'avons cité que des espèces à aire géographique très restreinte atteignant dans notre île leur limite de distribution orientale ou occidentale. Cette fois il s'agit d'une région botanique beaucoup plus vaste dans laquelle l'île de Lesbos est comprise, sans toutefois en occuper le centre. On ne sera donc pas étonné de voir qu'un grand nombre d'espèces de Lesbos soient répandues dans toute l'Égéide. Ces espèces, au nombre de 136 (plus une dizaine de types de remplacement), ne constituent en réalité qu'environ un huitième de la flore totale de l'île, mais si l'on ajoute à ce nombre les espèces citées dans les listes précédentes et qui appartiennent aussi à la flore de l'Égéide, nous arrivons à constater que *le quart* environ des espèces vasculaires de Lesbos est localisé dans l'Égéide.

Dans ces conditions il nous semble naturel, pour notre étude des affinités de la flore de l'île de Lesbos avec les flores des autres pays, de prendre l'Égéide comme terme moyen de comparaison. Nous allons donc encore citer toutes les espèces communes à Lesbos et à l'Égéide, ainsi que les divers types de remplacement; ensuite, pour toutes les autres espèces de Lesbos à aire géographique plus étendu, nous n'indiquerons plus que leurs limites d'extension et leur nombre dans chacune de ces limites.

1° *Espèces de Lesbos répandues dans toute l'Égéide :*

Juniperus fœtidissima,
Cupressus sempervirens (+ région de l'Himalaya),
Phleum græcum,
Briza spicata,
Triticum bœoticum,
Ægilops caudata,
Æ. comosa,
Lolium lepturoides,
Carex illegitima (+ Dalmatie),
Allium viridi-album,
Myogalum prasandrum,
Gagea foliosa (+ Sicile),
Lloydia græca (+ Sicile),
Tamus cretica,
Crocus biflorus (+ Italie).
C. chrysanthus,
Ophrys æstrifera,
Quercus Ægilops.
Platanus orientalis (+ Himalaya, Sicile),
Parietaria cretica,
Thesium Bergeri,
Rumex acetoselloides (+ Italie moyenne),
Valeriana Dioscoridis,
Valerianella truncata,
V. obtusiloba,
Herocephalus plumosus,
Helichrysum orientale,
Carduus argenteus.
Chamæpeuce alpina,
Centaurea iberica,
Kentrophyllum dentatum,
Sonchus græcus,
Lactuca cretica,

Zacyntha verrucosa,
Crepis Sieberi,
C. parviflora,
Rodigia commutata,
Lagoseris bifida,
Galium intricatum,
Crucianella græca,
Rubia Olivieri,
Specularia pentagonia,
Phillyræa latifolia,
Cionura erecta,
Convolvulus hirsutus,
Mentha tomentosa (+ Orient),
M. Noëana,
Origanum hirtum,
O. Onites (+ Sicile),
Thymus angustifolius,
Thymbra spicata,
Satureja Thymbra (+ Sardaigne),
Calamintha graveolens,
Melissa altissima,
Salvia argentea (+ Sicile),
Sideritis lanata,
Stachys cretica,
S. spinulosa,
Lamium striatum,
L. moschatum,
Ballota acetabulosa,
Ajuga chia,
Teucrium lucidum,
Heliotropium villosum (+ Syrie),
Anchusa undulata,
Echium hispidum,
Myosotis Idæa,
Verbascum pinnatifidum,
Orobanche pubescens (+ France méditerranéenne),
Lysimachia atropurpurea.
Cyclamen græcum,
C. latifolium,
Styrax officinalis,
Arbutus Andrachne,
Erica verticillata,
Anemone fulgens,
Ranunculus Sprunerianus (+ Syrie),
Ranunculus rumelicus (Grèce = 0),
Papaver lævigatum (Thrace et Macéd. = 0),
Fumaria anatolica (+ Syrie),
F. Thureti (+ Syrie),
F. macrocarpa (+ Syrie),
Pteroneurum græcum (+ Dalmatie, + Italie australe),
Aubrieta deltoidea (Thrace et Macéd. = 0),
Aurinia orientalis,
Alyssum minutum (+ Russie australe; Thrace et Mac. = 0),
Teesdalia Lepidium,
Malcolmia flexuosa,
Rapistrum orientale,
Enarthrocarpus arcuatus (+ Syrie),
Velezia quadripunctata (+ Syrie),
Dianthus tripunctatus,
D. glutinosus,
Tunica glumacea (+ Dalmatie),
Silene Behen (+ Syrie),
S. squamigera (+ Syrie),
S. fabaria,
Alsine irregularis (+ Syrie, Dalmatie),
Paronychia macrocepala (+ Syrie),
Tamarix parviflora (+ Illyrie),
T. Pallasii (+ Syrie, Perse, Turkestan),
Hypericum atomarium,
H. ciliatum,
H. crispum (+ Sicile),
Vitis vinifera,
Euphorbia aleppica (+ Italie australe),
E. græca,
Umbilicus serratus,
Sedum eriocarpum,
S. pallidum,
S. confestiflorum,
Eryngium creticum (+ Dalmatie),
Bupleurum glumaceum,
B. trichopodon,

Carum ferulæfolium (+ Istrie et Dalmatie),
Daucus involucratus,
Scandix grandiflora (+ Dalmatie),
Scaligeria cretica (+ Dalmatie),
Punica granatum (— Ind. bor. occ.),
Prunus domestica,
Cydonia vulgaris,
Genista acanthoclada (+ Syrie),
Trigonella azurea,
T. Spruneriana,
T. spicata,
Pocockia cretica,
Trifolium alexandrinum,
T. clypeatum,
T. nidificum,
Lotus lamprocarpus,
Coronilla cretica (+ Italie, Dalmatie),
C. parviflora,
Astragalus angustifolius v. genuinus
Onobrychis crista-galli (+ Syrie),
Vicia microphylla,
Pisum arvense.

2° *Espèces spéciales à l'Égéide et remplacées dans l'île de Lesbos par des espèces très voisines.*

Lesbos	*Egéide*
Allium compactum P. Cand.	Allium viridi-album Tineo,
Allium fastigiatum P. Cand. et Allium hirtovaginum P. Cand.,	Allium Stramineum Boiss.,
Lasiospora eriolæna P. Cand.,	Lasiospora lanata M.B.,
Galium pseudo-intricatum P. C.,	G. intricatum Marg. et Reut.,
Trochocodon P. Cand.,	Trachelium,
Anchusa brachystyla P. Cand.,	A. stylosa M. B.,
Euphorbia Phlomos P. Cand..	E. myrsinites L.,
Sedum rhytidocalyx P. Cand.,	Sedum pallidum M. B.,
Umbilicus patulus P. Cand.	Umbilicus erectus DC.

VI. Espèces à aire géographique plus étendue.

Comme nous venons de le dire, nous nous contenterons maintenant, pour constater les affinités florales de l'île de Lesbos avec les diverses régions du globe, de noter simplement le nombre des espèces, sans les citer. Nous commencerons, en prenant toujours l'Égéide comme base de comparaison, par les régions relativement les plus restreintes et nous terminerons par les espèces ubiquistes.

1°) *Espèces spéciales à l'Égéide et sporadiques en Italie et en France méridionale :*

Nombre, 71.

2°) *Espèces spéciales à l'Égéide et à la région danubienne :*

Nombre, 20.

Ces espèces relient la flore de Constantinople avec celle de Lesbos.

3°) *Espèces spéciales à l'Égéide et à l'Europe méditerranéenne :*
Nombre, 60.

Une espèce, l'*Euphorbia Paralias*, s'étend aussi sur tout le littoral de l'Océan.

4°) *Espèces spéciales à l'Égéide, à l'Afrique boréale et à la Syrie :*
Nombre, 9.

5°) *Espèces spéciales à l'Égéide, à l'Afrique et à l'Europe méditerranéenne :*

Nombre, 201.

6 de ces espèces s'étendent aussi dans le bassin anglo-parisien et 2 autres en Arabie et Abyssinie.

6°) *Espèces répandues aux Canaries, à Madère, aux Açores, aux îles du Cap vert et dans toute la Méditerranée, l'Egéide comprise :*

Nombre, 231, plus une espèce de remplacement, le *Medicago orbicularioides* P. Cand., qui, à Lesbos, représente le *M. orbicularis* Willd.

Sur ces 231 espèces :

8 s'étendent aussi dans le bassin anglo-parisien ;
5 dans toute l'Europe ou dans l'Europe moyenne ;
4 dans la région danubienne ;
2 au Sénégal ;
25 en Abyssinie ;
1 en Arabie tropicale ;
3 dans l'Himalaya ;
1 au Chili ;
4 en Californie.

Un fait intéressant à constater est que les espèces méditerranéennes, qui s'étendent jusqu'aux Canaries, Madère et les Açores, sont plus nombreuses en Égéide, et notamment à Lesbos, que celles qui ne dépassent pas le détroit de Gibraltar.

7°) *Espèces spéciales à la Méditerranée et à l'Égéide et se trouvant au Cap de Bonne-Espérance :*
Nombre, 30.

Certaines de ces espèces habitent aussi la Nubie, l'Abyssinie, l'Arabie tropicale, les îles Canaries, l'Australie et la Nouvelle-Hollande.

8°) *Espèces communes à l'Europe moyenne et australe et à l'Égéide :*

Nombre, 37.

Sur ces 37 espèces :

8 s'étendent en Sibérie ou au Japon;

1 dans l'Amérique du Nord;

1 au Maroc.

9°) *Espèces communes à l'Europe moyenne et méditerranéenne (Égéide comprise) et à l'Afrique boréale :*

Nombre, 59.

Sur ces 59 espèces :

6 s'étendent en Sibérie;

1 dans l'Himalaya ;

2 en Abyssinie;

4 dans les limites de la flore orientale de Boissier;

1 en Norvège.

10°) *Espèces spéciales à l'Europe boréale et moyenne et à l'Orient boréal de Boissier :*

Ces espèces appartiennent toutes aux régions montagneuses de Lesbos; leur nombre est de 14.

4 s'étendent jusqu'en Sibérie ;

1 jusqu'en Sibérie et l'Amérique boréale.

11°) *Espèces communes à l'Europe entière et à l'Égéide montagnarde :*

Nombre, 35.

Sur ces 35 espèces :

9 s'étendent en plus dans les limites de la flore orientale de Boissier;

2 en Sibérie et dans l'Amérique du Nord ;

12 en Sibérie.

12°) *Espèces communes à l'Europe entière, à la Méditerranée européenne et africaine et à l'Égéide :*

Nombre, 82.

Beaucoup de ces espèces ont des limites plus étendues :

30 s'étendent jusqu'en Sibérie et même le Japon et l'Himalaya (5 se rencontrent aussi en Abyssinie);

3 en Sibérie et dans l'Amérique du Nord);

1 en Sibérie, l'Amérique du Nord, l'Inde boréale et l'Afrique australe.

13°) *Espèces communes à la Méditerranée (Europe et Afrique), à l'Égéide et à l'Amérique du Nord :*

Nombre, 6.

14°) *Espèces de l'Europe moyenne et de l'Égéide :*

Nombre, 8.

15°) *Espèces de l'Europe moyenne, de l'Afrique boréale et de l'Égéide :*

Nombre 5.

16°) *Espèces communes à la Méditerranée, à l'Égéide, à l'Australie le Cap, l'Amérique du Nord et quelquefois la Sibérie ou le Japon :*

Nombre, 9.

17°) *Espèces de la Méditerranée et de l'Égéide, s'étendant jusqu'aux zones tropicales :*

Nombre, 2.

18°) *Espèces de l'hémisphère boréal tempéré se trouvant en Orient et à Lesbos :*

Nombre, 9.

19°) *Espèces des régions tempérées :*

Nombre, 4.

20°) *Espèces ubiquistes :*

Nombre, 23.

La conclusion la plus importante à déduire de ce qui précède, c'est que depuis que l'île de Lesbos a été séparée de l'Asie Mineure, c'est-à-dire depuis la fin de l'époque tertiaire, les 60 espèces et les variétés qui sont absolument spéciales à Lesbos ont dû s'y différencier sur place. Grâce au changement dans la lutte pour l'existence occasionné par la séparation du continent, il s'est produit des formes nouvelles et l'on a ainsi un exemple très net de création d'espèces à une époque récente.

Une autre conclusion est également intéressante à mettre en évidence, c'est que la flore de l'île de Lesbos offre tous les caractères généraux de la flore de l'Égéide.

Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. le professeur Gaston Bonnier, auquel j'adresse tous mes remerciements pour les conseils qu'il n'a cessé de me donner. Je remercie aussi bien vivement M.. Masclef, conservateur des collections botaniques de la Sorbonne, qui m'a beaucoup aidé pour la rédaction de ce travail, et dont la compétence en géographie botanique m'a été très utile.

EXPLICATION DES PLANCHES

(Sauf indication contraire, les plantes sont représentées à la moitié de leur grandeur naturelle).

Planches 12 et 13

Carte botanique de l'île de Lesbos. — (La légende, au bas de la carte, indique comment sont représentées les différentes régions botaniques de l'île de Lesbos. — Les noms des espèces qui ne sont distribuées que sur certains points de l'île sont écrits aux endroits où ces espèces sont localisées. La petite croix qui précède un certain nombre de ces noms signifie que l'espèce en question est cantonnée dans une aire très restreinte.

Planche 14

Fig. 1. *Microlonchoides pinnatum* P. Cand. — Port de l'espèce sur la serpentine à environ 400^m d'altitude. — *a*, *b*, fruit montrant l'aigrette double.

Fig. 2. Port de la même espèce sur les calcaires cristallins à environ 600^m d'altitude.

Fig. 3. *Odontarrhena lesbiaca* P. Cand. — Port de la plante. — *c*, rameau fructifère ; *d*, silicule mûre (3/2 de grandeur naturelle) ; *e*, fleur montrant les étamines à dents pétaloïdes (grossie 10 fois) ; *f*, poil étoilé, vu de face (gross. 200 fois) ; *g*, base de la plante.

Planche 15

Fig. 4. *Plantago subverticillata* P. Cand. — Port de la plante.

Fig. 5. *Erysimum horizontale* P. Cand. — Port de la plante. — *h*, graine (grossie 5 fois) ; *i*, *j*, *k*, coupes en travers de diverses graines au

même grossissement montrant les variations dans la position de la tigelle.

Fig. 6. *Anthemis lesbiaca* P. Cand. — Port de l'espèce type. — *l*, feuille des exemplaires croissant sur un sol peu sec et peu compact ; *m*, feuille des exemplaires croissant sur un sol sec et compact.

Fig. 7. Port de la variété *radiata* de la même espèce.

Fig, 8. *Kenoplevrum virosum* P. Cand. — Une ombellule en fruits.— *n*, coupe transversale de la moitié du fruit mûr montrant les côtes creuses (1/2 de la grandeur naturelle) ; *o*, base de l'ombelle.

Planche 16

Fig. 9. *Euphorbia Phlomos* P. Cand. — Port de la plante. — *p*, fruit ayant éclaté autour de l'involucre ; *q*. graine (grossie 3 fois) ; *r*, involucre (grossi 1 fois et demi).

Fig. 10. *Viola lesbiaca* P. Cand. — Port de la plante.

Fig. 11. *Allium hirtovaginum* P. Cand. — Port de la plante. — *s*, fleur (grossie 3 fois).

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 *(Suite)*.

Sur les vingt-deux genres de Phytolaccacées connus, C. SCHULZE (1) en a étudié dix-neuf au point de vue de l'anatomie de leur tige et de leur feuille; l'auteur passe en revue les modifications des différents tissus dans la famille à laquelle il reconnaît comme caractères anatomiques qui lui sont spéciaux, l'existence d'un épiderme toujours formé d'une seule assise, le développement plus ou moins grand de collenchyme dans l'écorce, la disposition très régulière et circulaire des fibres qui entourent le liber; la plupart des genres contiennent de plus de nombreux cristaux d'oxalate de calcium.

Dans la tribu des Rivinées, on observe de gros cristaux de ce sel: dans celle des Stegnospermées des fibres libriformes avec de petites ponctuations arrondies; les Phytolaccacées proprement dites ont des raphides et des formations secondaires anormales; on ne trouve pas de cristaux dans les Gyrostémonées qui présentent par contre de grosses cellules sécrétrices sous l'épiderme.

E. GILG (2), à propos de l'étude qu'il a faite des *Thymellæales* adresse à la « méthode anatomique » plusieurs critiques. MM. Van Tieghem et Supprian ont cherché, chacun de leur côté, à classer ces plantes d'après leurs caractères anatomiques; Gilg constate qu'ils n'arrivent nullement au même résultat et que dans les deux cas, les groupements proposés ne cadrent pas avec ceux qui sont déterminés par l'étude morphologique de la fleur. Il montre, de plus, qu'à l'intérieur d'un même genre très bien délimité (*Guidia*, *Drapetes*) le liège peut s'établir dans l'épiderme comme dans l'écorce, et cela même chez une même espèce (*Lasiosiphon eriocephalus*). Il en est de même, d'après lui, des caractères tirés de la présence et de la forme des cristaux, qui dépendraient des conditions extérieures ou de l'âge de la plante. Gilg se montre donc sceptique à l'égard de cette méthode de classification, il est d'avis que les caractères morphologiques floraux sont les plus stables, ceux qui dépendent le moins du milieu et qui par suite doivent avant tout servir pour la classification.

(1) C. Schulze : *Ueber den anatomischen Bau des Blattes und der Achse in der Familie der Phytolaccaceen und deren Bedeutung für die Systematik.* (Inaug. Diss. Dantzig, 1895, 56 p., 1 Pl.).

(2) E. Gilg : *Studien über die Verwandtschaftsverhaltnisse der Thymelæales und über die « anatomische Methode »* (Engler's Bot. Jahrb. XVIII, p. 488-574).

M. Boubier (1) analyse les caractères anatomiques présentés par la tige et la feuille des Bétulacées et les utilise à la classification de cette famille ; c'est ainsi que l'auteur peut établir le tableau suivant caractérisant les genres de la famille et basé sur l'anatomie du limbe :

Faisceau ouvert à la nervure médiane. . . . . . *Betula.*

Faisceau fermé avec petit faisceau ouvert	Macles en oursins dans le mésophylle	Trichomes bétuloïdes. . . . . . . Rayons médullaires libériens cellulosiques, à parois minces	*Alnus.*
		Trichomes à pédicelle trisérié . . . Rayons médullaires libériens sclérifiés	*Corylus.*
	Rhomboèdres	Trichomes à pédicelle unisérié. . . Rayons médullaires libériens sclérifiés	*Carpinus.* *Distegocarpus.* *Ostrya.*

Les caractères histologiques du bois permettent également à eux seuls de distinguer ces quatre groupes.

L'anatomie, d'accord avec la morphologie, amène à scinder les Bétulacées en deux groupes, les Bétulées et les Corylées. En partant du genre *Betula* comme le type le plus simple, on peut ranger les divers genres de cette famille dans l'ordre suivant : *Betula, Alnus, Corylus, Carpinus.*

La forme de la nervure médiane du limbe chez les *Betula*, vue en section transversale, permet à elle seule d'établir des groupements systématiques, groupements qui concordent en général avec ceux fondés sur la morphologie ; on peut réduire le nombre des sections à deux : 1° Nanæ-Albæ, 2° Fructicosæ.

Seules la présence ou l'absence d'hypoderme pourraient servir à distinguer deux sections parmi les espèces d'*Alnus*, d'autant plus que les autres caractères paraissent confirmer que la présence d'un hypoderme indique le stade le plus évolué.

M. Bossebœuf (2) reconnaît deux types principaux dans la structure anatomique du pétiole dans le genre *Quercus;* dans un premier type les faisceaux, isolés à la base, sont rangés sur une ligne circulaire très aplatie en haut; à chacun de ces faisceaux est adossée une masse de sclérenchyme péricyclique; en montant dans le pétiole ils se rapprochent et constituent un anneau, en même temps que ceux du milieu de la partie supérieure se recourbent vers le centre en deux prolongements qui finissent par s'isoler de l'anneau qui se referme autour d'eux.

(1) A. M. Boubier : *Recherches sur l'Anatomie systématique des Bétulacées-Corylacées* (Malpighia, X, 1896, 91 p.).

(2) Fr. Bossebœuf : *La structure du pétiole dans le genre Quercus* (Bull. Soc. Bot. d. Fr., XLIII, 1896, p. 260-65).

Dans un second type les faisceaux, d'abord également isolés, mais moins nombreux, se rejoignent en formant un anneau complet; il n'apparaît jamais d'arc interne qui caractérise le premier type.

Au premier type appartiennent les *Q. Ægilops*, *alba*, *Cerris*, *Libani*, *pedunculata*, *sessiliflora*, *Tozza;* au second, les *Q. Ballota*, *Ilex*, *occidentalis* qui ne présentent pas dans leur parenchyme cortical de cellules très sclérifiées et les *Q. cornea*, *glauca* qui en sont au contraire pourvues. Au premier type correspondent des espèces à feuilles caduques, au second des espèces à feuilles persistantes.

On trouvera dans le travail de M. Behm (1) sur les Santalacées, de nombreux renseignements de détail relatifs à la structure anatomique de leur tige et de leur feuille. Si on excepte de ce groupe les genres *Champereia*, *Grubbia* et *Myzodendron*, cette famille est caractérisée par la bicollatéralité de ses faisceaux, la naissance superficielle du liège, la structure particulière du bois, l'absence de cellules gélifiées dans l'épiderme de la feuille, la présence de deux cellules annexes parallèles aux cellules stomatiques, l'absence de poils glanduleux et d'appareil sécréteur interne, la présence fréquente de groupes de cellules silicifiées. Il est facile par des caractères secondaires de délimiter les différents genres.

Les genres *Myzodendron* et *Grubbia* diffèrent des Santalacées typiques, en particulier par l'absence de cellules annexes parallèles aux cellules stomatiques; le genre *Champereia* présente des formations cystolithiques qui rappellent celles des Opilicées.

H. Lecomte (2) décrit les caractères anatomiques d'une Balanophorée qu'il a rencontrée au Congo français et qu'il désigne sous le nom de *Thonningia sessilis* n. sp.; elle est parasite sur les racines d'arbres de forêts humides; le tubercule se continue par un rameau sur lequel se développent des capitules florifères, constitué par des fleurs femelles dans toute la partie centrale et par des fleurs mâles beaucoup moins nombreuses à la périphérie; ces dernières sont réduites à une feuille staminale portant cinq à neuf sacs polliniques.

Les fleurs femelles comprennent un périanthe de cinq pièces à peu près égales soudé à l'ovaire; l'épiderme du style est verruqueux et à son intérieur se trouve un tissu conducteur formé de longues cellules à parois épaisses; l'ovaire, réduit à une masse de parenchyme sans cavité, différencie un sac embryonnaire dont l'auteur n'a pu suivre le développement, faute de matériaux. Les cellules de la masse ovarienne deviennent par la suite scléreuses et forment une sorte de noyau ou fruit autour duquel le tissu correspondant au périanthe s'est mortifié (3).

(1) M. Behm : *Beiträge zur anatomischen Charakteristik der Santalacen* (Bot. Centralbl., LXIII, 1895, p. 65).

(2) H. Lecomte : *Sur une nouvelle Balanophorée du Congo Français* (Journ. de Bot., X, 1896, p. 229-236, Pl. I).

(3) Relativement aux Polygonées, voir Sirrine : *Structure of the seed-coats of Polygonaceae* (Proc. of the Jowa Acad. of Sc. II, 1895, p. 128-135, Pl. VII-IX).

3° Dicotylédones Dialypétales.

H. Ziegler (1) étudie le parcours des faisceaux dans la tige des Renonculacées. Il prend comme point de départ les observations de Nœgeli sur le *Clematis Vitalba ;* le genre *Atragene* présente à ce point de vue des caractères semblables à ceux de *Clematis integrifolia*, mais est dépourvu de faisceaux accessoires; dans *Atragene alpina* et *A. Siberica*, il se forme six faisceaux dans le bourgeon terminal et ce nombre subsiste jusqu'à la racine. Les autres genres d'Anémonées présentent les mêmes dispositions générales que le genre *Clematis;* les *Adonis autumnalis* et *vernalis* s'en éloignent un peu au contraire, etc. Tous les genres principaux sont ainsi étudiés à ce point de vue sans qu'il s'en dégage de conclusion bien importante.

Grâce aux caractères anatomiques des feuilles A. Nestler (2) a pu grouper facilement les différentes espèces du genre *Ranunculus*. Toutes les feuilles sont bi-faciales, excepté les feuilles laciniées de la section *Batrachia;* les poils sont unicellulaires, coniques, à l'exception des poils utriculés qui s'observent près des nervures dans certaines espèces. La distribution des stomates varie beaucoup avec les conditions du milieu; partout on observe des stomates aquifères. Le tissu en palissade est constitué par une, rarement par deux assises; il n'existe pas de collenchyme en dessous de l'épiderme du pétiole. Les faisceaux ligneux ont une forme plus ou moins accentuée de V. On peut déterminer anatomiquement les groupes suivants :

Un anneau de tissu scléreux autour du cylindre central du pétiole		*R. aconitifolius.*
Pas d'anneau scléreux autour du cylindre central du pétiole.	Anneau scléreux complet autour des faisceaux du pétiole	*R. auricomus.* *R. montanus...*
	Tissu scléreux aux deux pôles des faisceaux	*R. Flammula...*
	Tissu scléreux au pôle ligneux	*R. aquatilis...*
	Tissu scléreux au pôle libérien	*R. bulbosus.* *R. repens.* *R. acer...*
	Pas de tissu scléreux autour des faisceaux du pétiole	*R. hederaceus.* *R. fluitans.* *R. sceleratus...*

Les poils qu'on observe chez les plantes de la famille des Myristi-

(1) H. Ziegler : *Ueber der Verlauf der Gefässbündel im Stengel der Ranunculaceen* (Inaug. Diss. 1895, in-8°, 41 p., 1 Pl.).

(2) A. Nestler : *Der anatomische Bau der Laubblätter der Gattung Ranunculus* (Nova Acta d. K. L. C. D. Acad. d. Nat. LXIII, 1895, p. 279-308, 3 Pl.).

cacées appartiennent à deux types fondamentaux qui ne sont nullement spéciaux à cette famille, mais ils y présentent des complications et des variations qui ne se retrouvent nulle part ailleurs et que décrit O. Warburg (1). Le premier type comprend des poils unicellulaires et ne se rencontre qu'exceptionnellement; les poils les plus fréquents, ceux du second type, sont caractéristiques de la famille et sont formés par plusieurs cellules disposées linéairement, mais dont chacune présente une pointe libre; chaque poil comprend donc un axe constitué par les parties basilaires très courtes des cellules et duquel partent les extrémités effilées latérales de ces cellules; l'ensemble vu de face ressemble à un trichome étoilé.

L'auteur (2) fait une étude d'ensemble des plantes de cette famille et insiste en particulier sur le caractère de l'albumen ruminé.

La tige, la feuille et la racine des Dilléniacées ont été étudiées en détail au point de vue de l'anatomie comparée par H. Steppulm (3); donnons simplement ici le résultat de ces recherches; les diverses sections peuvent être ainsi définies anatomiquement :

I. La nervure médiane de la feuille ne contient qu'un seul faisceau.

- 1. Rayons médullaires formés de quatre à huit rangées de cellules; poils ordinairement siliceux . . . . *Tétracérées.*
- 2. Rayons médullaires formés de une à deux rangées de cellules.
  - A. Poils pluricellulaires; nombreuses raphides. *Sauraniées.*
  - B. Pas de poils ou poils unicellulaires; raphides peu nombreuses.
    - *a.* Tous les vaisseaux sont étroits, cellules médullaires à parois épaisses . . . . *Hilbertiées.*
    - *b.* Les vaisseaux primaires sont larges, les cellules médullaires restent à parois minces. *Actinidiées.*

II. La nervure médiane de la feuille contient plusieurs faisceaux.

- 1. Rayons médullaires formés de une à deux rangées de cellules. . . . . *Acrotrémées.*
- 2. Rayons médullaires formés de quatre à dix rangées de cellules. . . . . *Dilléniées.*

Une série de travaux ont été entrepris au laboratoire botanique de l'Université de Munich destinés à rechercher en quoi les données anatomiques peuvent servir à la classification des Euphorbiacées. Rittershausen (4) a déjà fait paraître un travail de cette nature sur

(1) O. Warburg : *Ueber die Haarbildung der Myristicaceen* (Ber. d. d. bot. Gesellsch. XIII, 1895. Gen. Versamml., p. 78-82, Pl. XXIX).

(2) O. Warburg : *Zur Charakterisirung und Gliederung der Myristicaceen* (l. c. p. 82-95, Pl. XXVIII).

(3) H. Steppulm : *Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Dilleniaceen* (Bot. Centralbl. LXII. 1895, p. 333, 2 Pl.).

(4) Rittershausen : *Anatomisch-systematische Untersuchung von Blatt und Axe der Acalypheen* (Inaug. Diss. Erlangen, 1892).

les Acalyphées, Frömbling (1) s'occupe à son tour des Crotonées et des Euphyllanthées dont il étudie la feuille et l'axe.

La structure anatomique est d'ailleurs assez différente dans ces deux groupes. Dans les Crotonées, il faut distinguer deux tribus, les Eucrotonées et les Micrandrées; les premières sont caractérisées par leurs poils compliqués et leurs cellules sécrétrices; leur feuille peut présenter une structure nettement bifaciale ou nettement axiale, ou toute autre structure intermédiaire. L'auteur entre dans tous les détails anatomiques offerts par les différents genres, nous ne pouvons l'y suivre; qu'il nous suffise de dire qu'il arrive à caractériser suffisamment chaque espèce uniquement par l'anatomie de sa tige et de ses feuilles pour former un tableau dichotomique de détermination. Les caractères invoqués sont avant tout ceux que fournissent l'appareil sécréteur (laticifères ramifiés ou non), les poils, les cellules sécrétrices contenant des huiles essentielles, les cellules stomatiques, le tissu palissadique.

Les Micrandrées, à l'inverse des Eucrotonées, ne possèdent pas de cellules sécrétrices à huile essentielle, ni de liber intraligneux.

Les Euphyllanthées se distinguent des Crotonées par l'absence complète d'éléments sécréteurs; ils ne possèdent jamais de liber intraligneux.

Rothdauscher (2) a étudié de même les Phyllanthées; celles-ci présentent dans leur feuille une structure très monotone; elles ne possèdent pas de laticifères; les poils sont peu développés dans ce groupe; ils ne sont que très rarement glanduleux: les cellules stomatiques sont accompagnées de cellules annexes parallèles à leur fente. L'hypoderme apparait rarement et lorsqu'il existe, il est formé d'une seule assise. Les cellules épidermiques présentent dans beaucoup de genres une gélification.

Jamais on observe dans la tige de liber intraligneux; cette tige peut présenter des cellules tannifères, des cellules à cristaux d'oxalate de chaux isolés ou mâclés.

Ce travail, qui se prête mal à une analyse, se termine par une série de diagnoses anatomiques des genres et espèces étudiés.

L'important mémoire de J. Léger (3) relatif à la famille des Papavéracées, s'étend aux deux familles des Papavéracées et des Fumariacées de De Candolle. Dans une première partie, il est traité de l'anatomie très complète de l'appareil végétatif; dans une seconde, il est spécialement question de l'appareil laticifère.

De l'ensemble des études monographiques des différents genres, il

(1) Frömbling : *Anatomisch-systematisch Untersuchung von Blatt und Axe der Crotoneen und Euphyllantheen* (Bot. Centralbl. LXV. 1896, p. 129, 2 Pl.).

(2) H. Rothdauscher : *Ueber die anatomischen Verhältnisse von Blatt und Axe der Phyllantheen* (Bot. Centralbl. LXVIII. 1895, p. 65).

(3) L. J. Léger : *Recherches sur l'appareil végétatif des Papavéracées Juss.* (Mém. Soc. Linn. de Normandie. XXVIII, 1895, p. 193-624. Pl. X-XIX).

résulte que les Papavéracées constituent un groupe par enchaînement; l'auteur est amené à établir un certain nombre de groupes secondaires, faisant ainsi disparaître la division en Papavérées et Fumariées.

Il existe des laticifères dans toutes les Papavéracées; ils se rencontrent uniquement dans les faisceaux chez les *Papaver Argemone*, *Platystemon* et *Rœmeria;* ailleurs, il existe des laticifères, temporairement ou constamment, en dehors des faisceaux en même temps qu'à leur intérieur. Il arrive assez souvent que les parois transversales des laticifères sont résorbées, d'où constitution de véritables canaux. L'auteur montre que le latex n'est pas soumis à une circulation déterminée.

Les auteurs ont étudié la fleur des Fumariacées, ont donné des interprétations variables au sujet de la constitution de l'androcée et du gynécée; M. Lignier (1) a repris l'étude de cette fleur en recherchant les rapports anatomiques qui existent entre les pièces florales. Chacune de ces pièces reçoit trois faisceaux libéro-ligneux, mais l'insertion des méristèles, très étroite dans les verticilles inférieurs de la fleur, s'élargit de plus en plus dans les verticilles plus élevés où elle peut arriver à embrasser un arc de 180°. Or, chaque androphore tristaminé de *Fumaria* et de *Corydalis* est desservi par une méristèle semblable à celle de chacun des pétales; il représente donc une seule feuille florale, les six étamines des Fumariées appartiennent à un seul verticille, comme le pensaient A. Gray et Eichler, et ce verticille est situé dans le plan transversal.

De même, le gynécée est desservi par deux méristèles trifasciculées; elles se trouvent dans le plan antéro-postérieur et, par conséquent, alternent régulièrement avec celles du verticille staminal. Le gynécée des Fumariées est composé, comme l'androcée, de deux feuilles trilobées connées entre elles.

(1) O. Lignier : *Explication de la fleur des Fumariées, d'après son anatomie* (C. R. Acad. d. Sc. CXII, 1896, p. 630).

(*A suivre*). M. Molliard.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

P. Candargy del. Imp. Le Bigot. Bertin sc.

Microlonchoides pinnatum P. Cand. (1, *a*, *b*; 2); *Odontarrhena lesbiaca* P. Cand. (3, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*).

P. Candargy del. Imp. Le Bigot. Bertin sc.

Plantago subverticillata P. Cand. (4); *Erysimum horizontale* P. Cand. (5, *h*, *i*, *j*, *k*); *Anthemis lesbiaca* P. Cand. (6, *l*, *m*; 7); *Kenopleurum virosum* P. Cand. (8, *n*, *o*).

P. Candargy del. *Imp. Le Bigot.* *Bertin sc.*

Euphorbia Phlomos P. Cand. (9, *p*, *q*, *r*); *Viola lesbiaca* P. Cand. (10); *Allium hirtovaginum* P. Cand. (11, *s*).

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

COUPIN, docteur ès sciences.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

325. — *Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.*

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIÈME

Livraison du 15 Septembre 1899

N° 129

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

1899

LIVRAISON DU 15 SEPTEMBRE 1899

I. — SUR LA FORMATION DES MATIÈRES PROTÉIQUES PENDANT LA GERMINATION DU BLÉ A L'OBSCURITÉ, par **M. J. Goldberg** 337

II. — RECHERCHES SUR L'INFLUENCE DES ANESTHÉSIQUES SUR LA RESPIRATION DES PLANTES, par **M. N. Morkowine** *(fin)*. 341

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS, publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897 (avec figures dans le texte), par **M. L. Matruchot** (*suite*) 353

Cette livraison renferme en outre quinze gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LA FORMATION DES MATIÈRES PROTÉIQUES

pendant la germination du Blé à l'obscurité

par M. J. GOLDBERG

La formation des matières protéiques constitue une fonction essentielle des plantes. Néanmoins, cette question est peu étudiée et suscite des affirmations contradictoires. Ainsi M. Godlewski (1) conclut que, dans l'obscurité, la formation des matières protéiques du Blé en voie de germination est impossible. Le travail de MM. Laurent, Marchal et Carpiaux (2) amène aux mêmes conclusions ; ils indiquent même quels sont les rayons qui influent sur la formation des matières protéiques (ultraviolets).

D'autres auteurs arrivent aux conclusions opposées. MM. Kinoshita (3), Hansteen (4), Zaleski (5), Susuki (6), etc.

M. Godlewski dans ces recherches n'a pas remarqué cette circonstance, que le grain du Blé se compose de deux parties différentes et qui vivent indépendamment ; l'une, l'embryon, croît et se développe d'une vie végétale complète, l'autre, l'endosperme, vit, en effet, indépendamment adapté à transmettre les substances et n'est pas capable d'accumuler de nouvelles matières. On peut donc supposer qu'il se produit des matières protéiques dans l'embryon, en même temps qu'elles se décomposent, tandis que dans l'endosperme s'exerce seulement une décomposition.

Mon travail a pour but de prouver que cette supposition est vérifiée par des expériences. J'ai opéré de la façon suivante. Après avoir fait macérer des grains du Blé pendant un jour, je les ai cultivés sur l'eau, à l'obscurité. Au bout d'un certain temps (3, 8, 14

(1) Godlewski (Anzeiger der Akad. d. Wissenschaften in Krakau. März. 1897).
(2) Laurent, Marchal et Carpiaux (Bulletin de l'Acad. Royale de Belgique, 3e série, XXXII, page 816).
(3) Kinoshita (Bulletin of. college of Agriculture, Tokio. 1895).
(4) Hansteen (Berichte botan. Gesellschaft, 1896. XIV. Helf. 9).
(5) Zaleski (Berichte botan. Gesellschaft, 1898. pag. 146, 536).
(6) Susuki (Botanisches Centralblat, 1898, N° 36).

jours); parmi les graines ainsi germées, j'ai choisi les plantules également développées (chaque fois 60 plantules) et après avoir séparé avec soin l'embryon germé de l'endosperme j'ai analysé les uns et les autres séparément en les divisant en trois portions formées de vingt exemplaires chacune. J'ai déterminé les matières protéiques d'après la méthode de M. Stutser (1) et l'azote de matières protéiques d'après la méthode de M. Vigeldatl (2). Les résultats de nos expériences sont représentés dans les tableaux suivants :

Expérience N° 1

Les grains de Blé après trois jours de la germination dans l'obscurité. La température s'est maintenue entre 20° et 22,5°.

Taux de l'azote appartenant aux matières protéiques :

a) dans les embryons germés :

1re portion .	0gr00492930	en moyenne. 0gr00542223
2e — .	0gr00492930	
3e — .	0gr00640809	

b) dans les endospermes :

3e portion . 0gr0147879

Expérience N° 2

Les grains de Blé après huit jours de la germination. Mêmes conditions.

Taux de l'azote appartenant aux matières protéiques :

a) dans les embryons germés :

1re portion .	0gr01035153	en moyenne. 0gr01068015
2e — .	0gr01084446	
3e — .	0gr01084446	

b) dans les endospermes :

3e portion . 0gr00936577

Expérience N° 3

Les grains de Blé après quatorze jours de la germination.

a) dans les embryons germés :

1re portion .	0gr0147879	en moyenne. 0gr0147879
2e — .	0gr0147879	

(1) Stutser (Journal für Landwirthschaft, 1880, pag. 103. 1881, pag. 473).
(2) Fresenius (Quantitative chemische Analyse).

b) ~~dans~~ les endospermes :

1re portion .	0gr00394344	en moyenne.	0gr00410775
2e — .	0gr00394344		
3e — .	0gr00443637		

Les courbes suivantes représentent graphiquement les résultats des expériences.

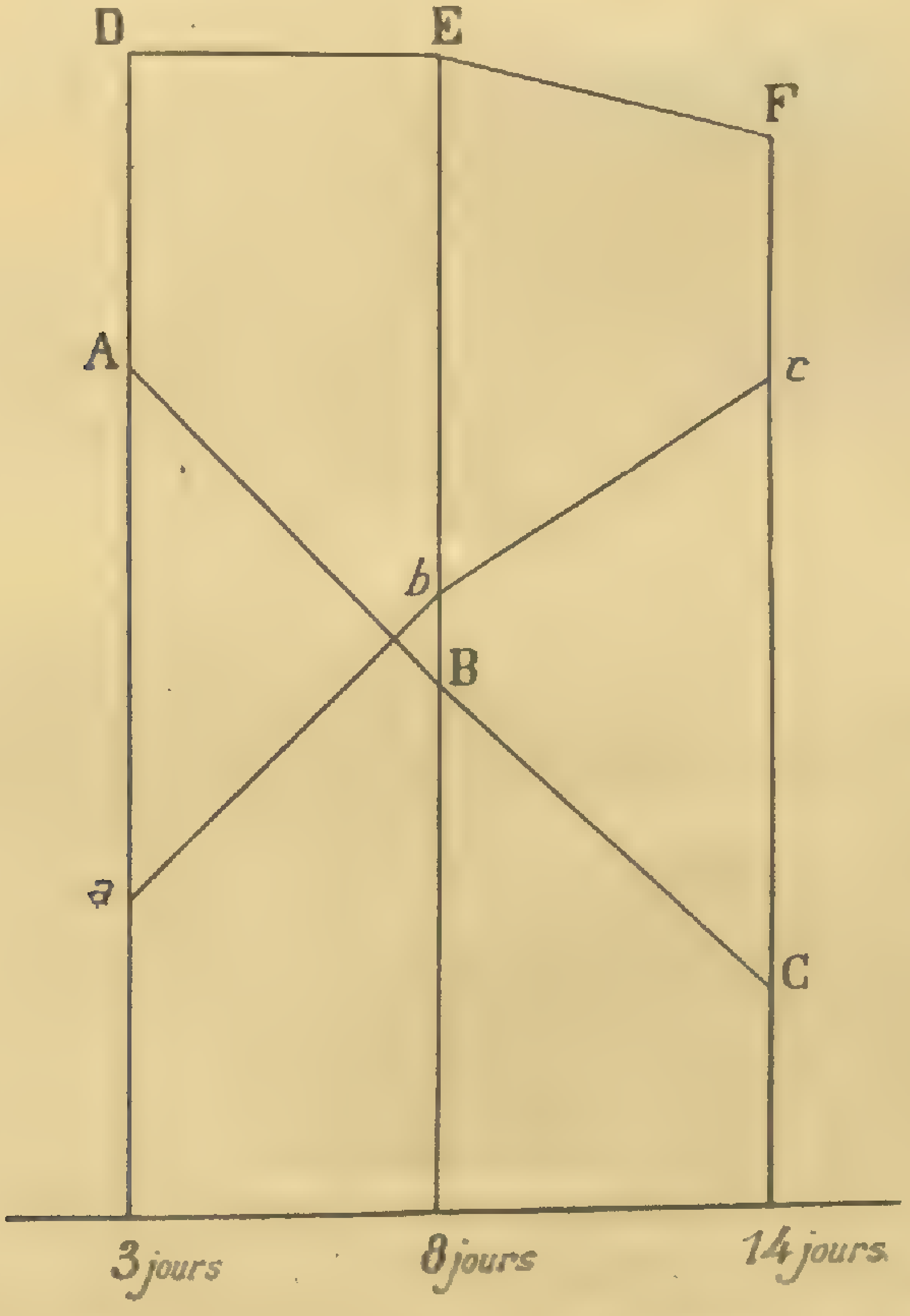


Fig. 66. — Germination du Blé dans l'obscurité : *D. E, F*, total des matières protéiques ; *A, B, C*, quantité de matières protéiques dans l'endosperme ; *a, b, c*, quantité de matières protéiques dans l'embryon germé.

Ces expériences montrent que pendant la germination du Blé à l'obscurité, il se forme dans les embryons des matières protéiques en quantité très considérable.

On pourrait adresser une objection à cette conclusion, que l'embryon peut produire les matières protéiques à l'obscurité ; ce serait qu'il se produit ici un simple déplacement des matières protéiques qui passent de l'endosperme à l'embryon. Il est difficile de supposer que les matières protéiques puissent passer à travers

les membranes, néanmoins M. Puriewitsch (1) a démontré que l'endosperme dégage, avec d'autres produits de décomposition de matières protéiques, les matières protéiques elles-mêmes ; mais d'autre part il fait voir que le dégagement de matières protéiques se fait au commencement et au milieu de la germination, tandis qu'à la fin on observe les amides. Puisque dans mes expériences l'augmentation se remarque à la fin de la germination, il est clair, qu'on ne peut admettre que la formation des matières protéiques s'exerce au compte des produits de décomposition de matières protéiques qui passeraient par osmose de l'endosperme.

(Varsovie. Laboratoire de botanique de l'Université.

(1) Puriewitsch (Jahrbücher. f. wissensch. Botanik. XXXI, Band. 1897, page 1.

RECHERCHES

SUR L'INFLUENCE DES ANESTHÉSIQUES

SUR LA RESPIRATION DES PLANTES

par M. N. MORKOWINE *(Fin).*

Expérience N° 11

Vicia Faba L. — Les sommets étiolés, avec les feuilles de *Vicia Faba*, ont été coupés ainsi que je l'ai indiqué dans l'expérience N° 6.

1) 6gr2631 des sommets frais, avec les feuilles, ont été placés sur une solution de saccharose à 10 °/₀ à l'obscurité. Au bout de 13 heures 1/2, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. Température : 17°. Acide carbonique dégagé : 12mg8.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure 68mg2.

10gr de la substance sèche . . . 32mg2.

A la fin de l'expérience, les sommets ont été de nouveau placés sur la même solution de saccharose à l'obscurité. Au bout de 16 heures ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. Température : 16° 1/2. Acide carbonique dégagé : 9mg2.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure 49mg.

10gr de la substance sèche . . . 23mg9.

Ensuite, les sommets ont été de nouveau placés sur la même solution de saccharose à l'obscurité et, au bout de 20 heures, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer durant 4 heures. Température : 17°. Acide carbonique dégagé : 9mg6.

D'où, 100gr de sommets frais ont dégagé en une heure 38mg3.

10gr de la substance sèche . . . 18mg7.

Puis, les sommets ont été de nouveau placés sur la même solution de saccharose à l'obscurité et, au bout de 68 heures, placés dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. Température : 16°. Acide carbonique dégagé : 6mg.

D'où, 100gr de sommets frais ont dégagé en une heure 31mg9.

10gr de substance sèche . . . 15mg6.

Ensuite, les sommets ont été placés sur la même solution de

saccharose à l'obscurité et au bout de 19 heures dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. Température : 17° 1/2. Acide carbonique dégagé : 6mg8.

D'où, 100gr de sommets frais ont dégagé en une heure 36mg2.

10gr de la substance sèche . . . 17mg7.

A la fin de l'expérience, les plantes ont été desséchées à l'étuve. à la température 110° . Le poids de la substance sèche : 1gr2833.

2) 6gr9972 de sommets frais ont été placés sur une solution de saccharose à 10 °/₀ avec 1/2000 de chlorhydrate de morphine. Au bout de 13 heures 1/2, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. La température s'est maintenue à 17°. Acide carbonique dégagé : 12mg4.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure 59mg1 de CO^2

10gr de la substance sèche . . . 28mg7 de CO^2

Ensuite, les sommets ont été placés de nouveau sur la même solution à l'obscurité et, au bout de 16 heures, dans l'appareil de Pettenkofer pendant 3 heures. Température : 16° 1/2. Acide carbonique dégagé : 10mg4.

D'où, 100gr de sommets frais ont dégagé en une heure 48mg6 de CO^2 .

10gr de la substance sèche . . . 24mg de CO^2 .

Puis, les sommets ont été de nouveau placés sur la même solution à l'obscurité et, au bout de 20 heures, dans l'appareil de Pettenkofer durant 4 heures. La température s'est maintenue à 17°. Acide carbonique dégagé : 11mg6.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure 41mg4 de CO^2 .

10gr de la substance sèche . . . 20mg1 de CO^2 .

Ensuite, les sommets ont été de nouveau placés sur la même solution de saccharose à l'obscurité et, au bout de 68 heures, mis dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. La température s'est maintenue à 16°. Acide carbonique dégagé : 6mg4.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en 1 h. 30mg5 de CO^2 .

10gr de la substance sèche. . . . . 14mg8 de CO^2 .

Puis, les sommets ont été placés de nouveau sur la même solution, et, au bout de 19 heures, mis dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. Température : 17° 1/2. Acide carbonique dégagé : 8mg4.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en 1 heure 40mg de CO^2.
10gr de la substance sèche. . . . . 19mg4 de CO^2.

A la fin de l'expérience, les plantes ont été desséchées et contenaient un poids sec de 1gr4420.

3) 7mg1534 de sommets frais, avec les feuilles de *Vicia Faba*, ont été placés sur une solution de saccharose à 10 °/₀ avec 1/1000 de chlorhydrate de morphine à l'obscurité. Au bout de 13 heures 1/2, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. La température s'est maintenue à 17°. Acide carbonique dégagé : 13mg6.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en 1 h. 63mg4 de CO^2.
10gr de la substance sèche . . . . 31mg6 de CO^2.

Ensuite, les sommets ont été placés sur la même solution à l'obscurité, et, au bout de 16 heures, dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. La température s'est maintenue à 16° 1/2. Acide carbonique dégagé : 13mg6.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en 1 h. 63mg4 de CO^2.
10gr de la substance sèche. . . . . . . 31mg4 de CO^2.

Puis, les sommets ont été placés sur la même solution à l'obscurité, et, au bout de 20 heures, mis dans l'appareil de Pettenkofer pendant 4 heures. La température s'est maintenue à 17°. Acide carbonique dégagé : 14mg8.

D'où, 100gr de sommets frais ont dégagé en 1 h. 51mg7 de CO^2.
10gr de la substance sèche. . . . . 25mg8 de CO^2.

Puis, les sommets ont été placés sur la même solution à l'obscurité. Au bout de 68 heures, ils ont été mis dans l'appareil de Pettenkofer pendant 3 heures. La température s'est maintenue à 16°. Acide carbonique dégagé : 7mg2.

D'où, 100gr de sommets frais ont dégagé en 1 heure 33mg6 de CO^2.

10gr de la substance sèche. . . . . 16mg7 de CO^2.

Ensuite, les sommets ont été placés de nouveau sur la même solution à l'obscurité, et, au bout de 19 heures, dans l'appareil de Pettenkofer durant 3 heures. La température s'est maintenue à 17° 1/2. Acide carbonique dégagé : 10mg.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en 1 heure 46mg6 de CO^2.

10gr de la substance sèche . 26mg6 de CO^2.

A la fin de l'expérience, les plantes ont été desséchées à la température de 110°. Poids de la substance sèche : 1gr4330.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus :

	100 GR. DE SOMMETS FRAIS			10 GR. DE SUBSTANCE SÈCHE			TEMPÉRATURE
	non anesthésiés	anesthésiés		non anesthésiée	anesthésiée		
		1 : 2000 de chlorhydr. de morphine	1 : 1000 de chlorhydr. de morphine		1 : 2000 de chlorhydr. de morphine	1 : 1000 de chlorhydr. de morphine	
	milligr. CO^2	milligr. CO^2	milligr. CO^2	milligr. CO^2	milligr. CO^2	milligr. CO^2	
Apr. 17 h. 1/2	68,2	59,1	36,4	33,2	28,7	31,6	17°
» 16 h. .	49	48.6	63,4	23,9	24	31,6	16° 1/2
» 20 h. .	38,3	41,4	51,7	18,7	20,1	25,8	17°
» 68 h. .	31,9	30,5	33,6	15,6	14,8	16,7	16°
» 19 h. .	36,2	40	46,6	17,7	19,4	23,3	17° 1/2

Expérience N° 12

Vicia Faba L. — Les sommets étiolés, avec les feuilles de *Vicia Faba*, ont été coupés de la façon indiquée dans l'expérience N° 6.

1) 10gr5341 de sommets avec les feuilles fraîches, ont été mis sur une solution de saccharose à 10 °/₀ à l'obscurité. Au bout de 62 heures, ils ont été placés dans l'appareil de Pettenkofer pendant 2 heures 1/2. La température s'est maintenue à 18° 1/2. Acide carbonique dégagé : 14mg4.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure 54mg7 de CO^2.

10gr de la substance sèche . . . 28mg6 de CO^2

Ensuite, les sommets ont été placés sur la même solution de saccharose à l'obscurité et, 20 heures après, dans l'appareil de Pettenkofer durant 2 heures. La température s'est maintenue à 17° 1/2. Acide carbonique dégagé : 9mg2.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure : 38mg de CO^2.

10gr de la substance sèche . . . 22mg9.

Puis, les sommets ont été placés de nouveau sur la même solution à l'obscurité, et, au bout de 32 heures, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer pendant 2 heures. Température : 18°. Acide carbonique dégagé : 10mg4.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure : 49mg3 de CO^2.

10gr de la substance sèche . . . 25mg9 de CO^2.

Ensuite, les sommets ont été placés de nouveau sur la même solution à l'obscurité, et, au bout de 10 heures, elles ont été mises dans l'appareil de Pettenkofer durant 2 heures. Température : 17°. Acide carbonique dégagé : 9mg6.

D'où, 100gr des sommets frais dégagent en une heure : 45mg6 de CO^2.

10gr de la substance sèche . . . 23mg9 de CO^2.

A la fin de l'expérience, les sommets ont été lavés à l'eau et desséchés à l'étuve à 100°. Les sommets avaient donc un poids sec de 2gr1112.

2) 12gr4784 des sommets frais, avec les feuilles de *Vicia Faba*, ont été placés sur une solution de saccharose à 10 %. Au bout de 50 heures ils ont été mis sur une solution de saccharose à 10 % avec 1 : 1000 de chlorhydrate de solanine, à l'obscurité. Au bout de 12 heures, ces sommets ont été placés dans l'appareil de Pettenkofer durant 2 heures 1/2. Température : 18° 1/2. Acide carbonique dégagé : 21mg2.

D'où, 100gr des sommets avec les feuilles fraîches dégagent en une heure : 68mg de CO^2.

10gr de la substance sèche . . . 37mg1 de CO^2.

Ensuite, les sommets ont été placés sur la même solution de saccharose avec 1 : 1000 de chlorhydrate de solanine, à l'obscurité. Au bout de 20 heures, dans l'appareil de Pettenkofer pendant 2 heures. La température s'est maintenue à 17° 1/2. Acide carbonique dégagé : 17mg2.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure : 68mg9 de CO^2.

10gr de la substance sèche . . . 34mg6 de CO^2.

Puis, les sommets ont été placés de nouveau sur la même solution de saccharose avec la solanine, et, au bout de 32 heures, mis

dans l'appareil de Pettenkofer durant 2 heures. La température s'est maintenue à 18°. Acide carbonique dégagé : 16mg8.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure : 67mg3 de CO^2.

10gr de substance sèche . . . 33mg9 de CO^2.

Ensuite, les sommets ont été placés de nouveau sur une solution de saccharose, *sans solanine*, à l'obscurité et, 10 heures après, dans l'appareil de Pettenkofer pendant 2 heures. La température s'est maintenue à 17°. Acide carbonique dégagé : 24mg4.

D'où 100gr de sommets frais dégagent en une heure 97mg8 de CO^2.

10gr de la substance sèche . . . 49mg2 de CO^2.

A la fin de l'expérience, les sommets ont été lavés à l'eau et desséchés à l'étuve à 100°. Poids sec : 2gr4809.

3) 11gr1940 des sommets frais avec les feuilles de *Vicia Faba* ont été placés sur une solution de sucre à l'obscurité. Au bout de 50 heures ils ont été mis sur la même solution de sacchorose avec 1 : 500 de chlorhydrate de morphine et, 12 heures après, dans l'appareil de Pettenkofer pendant 2 h. 1/2. La température s'est maintenue à 18° 1/2. Acide carbonique dégagé : 28mg.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure 71mg5 de CO^2.

10gr de la substance sèche . . . 36mg3 de CO^2.

Puis, les sommets ont été placés à l'obscurité sur la même solution de saccharose avec la morphine et, au bout de 20 heures, mis dans l'appareil de Pettenkofer durant 2 heures. La température s'est maintenue à 17° 1/2. Acide carbonique dégagé : 18mg.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure 80mg4 de CO^2.

10gr de la substance sèche . . . 40mg9.

Ensuite les sommets ont été placés de nouveau sur la même solution à l'obscurité et, au bout de 32 heures, dans l'appareil de Pettenkofer pendant 2 heures. Température : 18°. Acide carbonique dégagé : 20mg.

D'où, 100gr de sommets frais dégagent en une heure 89mg3 de CO^2.

10gr de la substance sèche . . . 45mg4 de CO^2.

Ensuite, les sommets de *Vicia Faba* ont été de nouveau placés

sur la même solution à l'obscurité et, au bout de 10 heures, dans l'appareil de Pettenkofer durant 2 heures. Acide carbonique dégagé : 19mg4.

D'où 100gr de sommets frais dégagent en une heure 88mg4 de CO^2.

10gr de la substance sèche . . . 45mg de CO^2.

A la fin de l'expérience, les sommets ont été lavés à l'eau et desséchés à l'étuve à 100°. Poids sec : 2gr2014.

Les résultats obtenus dans l'expérience N° 12 sont représentés dans le tableau suivant.

	100 GR. DES SOMMETS FRAIS			10 GR. DE LA SUBSTANCE SÈCHE			TEMPÉRATURE
	non anesthésiés	anesthésiés		non anesthésiée	anesthésiée		
		1 : 1000 de solanine	1 : 1500 de morphine		1 : 1000 de solanine	1 : 1500 de morphine	
	milligr. CO^2	milligr. CO^2	milligr. CO^2	milligr. CO^2	milligr. CO^2	milligr. CO^2	
Après 62 h..	54,7	68	71.5	28,6	34,1	36,3	18° ½
» 20 h.	38,9	68,9	80,4	22,9	34,7	40,9	17° ½
» 32 h..	49,3	67,3	89,3	25,9	33,9	45,4	18°
» 10 h..	45,6	97,8	88,4	23,9	49,2	45	17°

III. — Résultats des expériences.

Mes expériences relatives à l'influence des anesthésiques sur la respiration des plantes ont fourni d'autres résultats que ceux de MM. Bonnier et Mangin (1). Ces auteurs ont trouvé qu'une branche de *Sarotamnus Scoparius* n'a pas changé l'intensité de la respiration sous l'influence des vapeurs d'éther au bout de deux heures et que le rapport de $\frac{CO^2}{O}$ restait le même, comme dans la respiration normale. D'où MM. Bonnier et Mangin venaient à conclure que, sous l'influence des anesthésiques, le phénomène de la respiration des plantes ne change pas et que seulement l'assimilation de l'acide carbonique s'arrête, si les plantes sont exposées à la lumière, ce

(1) *Loc. cit.*

qu'avait déjà signalé Claude Bernard. Il faut pourtant remarquer que l'expérience de MM. Bonnier et Mangin était très peu durable (deux heures) pour que les vapeurs d'éther puissent effectuer leur influence sur le protoplasma de la plante. Si, cependant, *l'action des anesthésiques sur les plantes est plus durable, l'intensité de la respiration augmente très considérablement*. Il est donc probable qu'à la lumière, pendant la respiration plus intense et la transpiration, le phénomène de l'assimilation de CO^2 serait masqué par le dégagement de CO^2. Pour mieux démontrer avec quelle intensité la respiration des plantes augmente sous l'influence des anesthésiques, je vais répéter ici le résultat de mes observations.

Sous l'influence de l'alcool, l'intensité de la respiration des plantes étiolées augmente plus d'une fois et demie. Le rapport de la quantité de CO^2 dégagé par les plantes non anesthésiées (quantité des plantes, ainsi que le temps et la température restant invariables), est représenté dans le tableau suivant :

Vicia Faba. — Feuilles étiolées (Expérience N° 2).

	FEUILLES FRAÎCHES	SUBSTANCE SÈCHE	TEMPÉRATURE
	milligr.	milligr.	
Après 3 jours	1,41	1,67	19°
» 12 heures	1,68	1,98	19°
» 30 »	1,55	1.84	18°

La respiration est encore plus active sous l'influence de l'*éther* (2 °/₀), ce que nous trouvons dans l'expérience N° 6. Le rapport de la quantité de CO^2 dégagé par les plantes anesthésiées et non anesthésiées est exprimé dans le tableau suivant :

Extrémités avec les feuilles étiolées de *Vicia Faba*.

	SOMMETS FRAIS	SUBSTANCE SÈCHE	TEMPÉRATURE
	milligr.	milligr.	
Après 3 jours	1,99	2,03	19°
» 20 heures	2,06	2,11	19°
» 23 »	2,03	2,09	19°
» 20 »	2,36	2,42	17°-18°

Par conséquent, *l'augmentation de la respiration des sommets avec les feuilles étiolées de* Vicia Faba *est plus que double.*

Les alcaloïdes effectuent une même action en augmentant la respiration. J'ai pris pour mes expériences le *chlorhydrate de morphine et de solanine.* Pour trouver quelles sont les doses de morphine les plus favorables pour l'activité la plus intense, j'ai expérimenté avec les solutions de 1 : 2000, 1 : 1000 et 1 : 500. Le rapport de la quantité dégagée de CO^2 par les extrémités anesthésiées et non anesthésiées de *Vicia Faba* est exprimé dans le tableau suivant (expérience N° 11) :

	1 : 2000 de chlorhydrate de morphine		1 : 1000 de chlorhydrate de morphine		Température
	Sommets frais	Substance sèche	Sommets frais	Substance sèche	
	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.	
Après 13 h. 1/2 .	0,86	0,86	0,93	0,98	17°
» 16 h. .	0,99	1,00	1,22	1,24	16°½
» 20 h. .	1,08	1,08	1,35	1,38	17°
» 68 h. .	0,96	0,96	1,05	1,07	16°
» 19 h. .	1,10	1,10	1,29	1,31	17°½

Par conséquent, l'activité de la respiration sous l'influence de la morphine diminue un peu au début de l'expérience, mais il faut remarquer que même les plantes non anesthésiés 50 heures après le début de l'expérience dégagent de l'acide carbonique très énergiquement, à cause de la blessure de la plante (Expér. N° 11 ; au début 68mg2 de CO^2, et 50 heures après 38mg3), mais quand, à la place de la blessure, se forme du périderme, la respiration diminue. Voilà pourquoi les deux données du tableau N° 11 ne sont pas comparables.

La dose 1 : 2000 de chlorhydrate de morphine n'exerce aucune influence sur l'intensité de la respiration des plantes. Le rapport des quantités de CO^2 dégagé par les plantes anesthésiées et non anesthésiées est approximativement égal à l'unité. Pourtant *la dose de morphine à 1 : 500 augmente la respiration de plus d'une fois et demie* (1 1/2).

Nous trouvons aussi une augmentation de la respiration sous l'action de 1 : 1000 de chlorhydrate de solanine. Le rapport des

quantités de CO^2 dégagé par les plantes anesthésiées et non anesthésiées est le suivant (Exp. N° 12) :

	1 : 1000 DE CHLORHYDRATE DE SOLANINE		1 : 500 DE CHLORHYDRATE DE MORPHINE		TEMPÉRATURE
	Extrémités fraîches	Substance sèche	Extrémités fraîches	Substance sèche	
	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.	
Après 62 heures	1,24	1,20	1,31	1,27	18° ½
» 20 »	1,77	1,51	2,07	1,79	17° ½
» 32 »	1,37	1,31	1,81	1,75	18°
» 10 »	2,14	2,06	1,94	1,88	17°

Il est évident que 1 : 1000 de solanine arrête déjà l'activité de la respiration ; tandis que les plantes, après un séjour de 62 heures sur la solanine et placés sur la solution de saccharose pendant 10 heures ont augmenté la quantité de CO^2 dégagé de 47mg3 à 97mg7 (Exp. N° 12).

Les expériences (N° 3, 7) sur l'influence des anesthésiques sur la respiration des plantes vertes ont donné des résultats moins évidents. Ainsi le rapport de la quantité de CO^2 dégagé par les feuilles de *Ficus elastica* anesthésiées (A) et non anesthésiées (N) était :

$$\frac{A}{N} = 1,13 \qquad \text{pour les feuilles fraîches}$$

$$\frac{A}{N} = 1,16 \qquad \text{pour la substance sèche}$$

Les feuilles de *Phylodendron* ont donné des résultats plus précis. Les rapports sont représentés au tableau suivant (Exp. N° 7).

	FEUILLES FRAÎCHES	SUBSTANCE SÈCHE	TEMPÉRATURE
	milligr.	milligr.	
Après 2 jours.	1,49	1,78	19°
» 23 heures	1,19	1,26	18°
» 12 »	1,03	1,07	18°

Donc au début de l'expérience, la respiration des feuilles de *Phylodendron* a augmenté considérablement sous l'influence de l'éther, puis elle a diminué pour se rapprocher de celle des feuilles non anesthésiées.

Le phénomène peut être expliqué par la difficulté de la pénétration de la solution du saccharose à travers les feuilles, qui reste alors sans substances nutritives pour la respiration. Cette supposition me semble juste, surtout pour *Ficus elastica* dont les feuilles ont un épiderme constitué par trois assises et dont les faisceaux libéroligneux sont bouchés par la résine.

Malgré les objets mal choisis pour l'expérience, on peut dire que les *anesthésiques augmentent l'énergie de la respiration dans les feuilles vertes*, ce qu'a montré l'expérience avec les feuilles de *Phylodendron* Sp.

Aussi l'observation N° 11 démontre que la formation de la chlorophylle est possible même dans les plantes *anesthésiées*. Les germes en voie de croissance tout-à-fait autrement se comportent envers les anesthésiques. *L'alcool* (5 °/₀) *arrête la croissance des germes du Blé, et puis sous l'influence de l'éther et de l'alcool l'intensité de la respiration dans les germes du Blé s'abaisse* (Exp. N^os^ 4, 8 et 9). La diminution de la respiration dans les germes du Blé, est certainement en rapport avec la croissance.

S'il est vrai que la respiration indique précisément l'activité vitale des plantes (1), il est évident qu'avec une respiration plus intense augmentent, en même temps, les échanges des matières nutritives ; lorsqu'une plante respire plus activement, elle perd plus de substances nutritives. M. Puriewitch (2) a démontré que les plantes anesthésiées ne transforment pas le sucre en amidon, et que les plantes riches en amidon le digèrent rapidement, lorsqu'elles sont anesthésiées. On peut attribuer à ce fait la cause de la plus grande activité de la respiration dans les plantes anesthésiées ; en d'autres termes, *les échanges des substances augmentent sous*

(1) W. Palladine : Influence de la lumière sur la formation des matières protéiques actives et sur l'énergie de la respiration des parties vertes des végétaux. (*Rev. génér. de Botan.*, 1899).

(2) K. Puriewitch : Sur la question de l'accumulation et de la dissolution de l'amidon dans la cellule végétale. (*Bull de la Société des naturalistes de Kiew.* T. XIV, 1898 (en russe).)

l'influence des anesthésiques. L'activité plus intense du phénomène respiratoire sous l'influence des alcaloïdes comme la solanine et la morphine, est encore plus remarquable.

M. Wotchal (3) a démontré que l'on trouve la solanine dans les parties des plantes très actives; ainsi, dans les tubercules de Pomme de terre, à la place d'une blessure, dans les étamines, le pistil, l'écorce et les feuilles. Si l'on blesse un tubercule de Pomme de terre, on trouve qu'à la place de la blessure se forme une écorce et en même temps se dépose la solanine ; c'est-à dire que la solanine se dépose pendant les échanges plus actifs, lorsque la respiration augmente, puis la quantité diminue. M. Wotchal considère la solanine comme importante dans les échanges nutritifs. Cette considération est très vraisemblable. Toutefois, en présence des alcaloïdes, la respiration augmente, ce qui nous permet de les considérer comme des combinaisons nécessaires aux échanges nutritifs et non comme des sécrétions inutiles à la plante. Cette supposition nous semble d'autant plus vraisemblable que beaucoup d'alcaloïdes se trouvent dans les organes vivants, comme la racine, l'écorce, les feuilles, les graines, et dont l'activité vitale se manifeste très énergiquement. La question sur le rôle des alcaloïdes et les conditions de leur dépôt n'est que signalée dans mon travail.

Varsovie, Laboratoire de Botanique de l'Université.

(3) A. Wotchal : Sur l'accumulation et sur la distribution de la solanine dans les plantes (en russe).

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1894, 1895, 1896 ET 1897 *(Suite)*.

IV. — PÉRONOSPORÉES.

Depuis les recherches de De Bary, l'histoire des Péronosporées est bien connue dans ses traits généraux : mais les notions acquises sur la constitution de la membrane étaient encore assez indécises. Dans un mémoire important, M. MANGIN (1) établit que, comme chez les Phanérogames, la constitutiou de la membrane des Péronosporées est complexe : c'est une association de cellulose et de callose, sans trace de composés pectiques. Comme la callose est rare chez les Phanérogames, on pourra donc, en général, et le fait est d'une grande importance pratique, déceler dans une plante hospitalière les moindres traces de parasite en employant les colorants de la callose.

On sait que la cellulose, par l'action des réactifs iodés, donne une réaction bleue typique (De Bary). Chez les Champignons, en particulier chez les Péronosporées, on avait observé depuis longtemps que la membrane est plus résistante que la cellulose pure, d'où les noms de *métacellulose* de Frémy, de *pilzcellulose* de De Bary. En réalité, cette résistance à la putréfaction, à l'action dissolvante du liquide de Schweitzer, est due à la présence de la callose. M. Mangin décèle la callose en faisant d'abord disparaître entièrement la cellulose et en colorant ce qui reste de la membrane : le rouge de ruthénium, colorant des composés pectiques, ne donne aucune réaction ; au contraire, tous les colorants de la callose agissent, rouge congo, bleus solubles, rosazurine, etc. Inversement, on peut enlever la callose en laissant la cellulose : on fait bouillir un fragment du tissu envahi, après qu'il a subi l'action d'un mélange de chlorate de potassium et d'acide chlorhydrique, dans une solution aqueuse de potasse ; après lavage, on reconnaît que les réactifs de la callose sont inertes, tandis que les réactifs iodés manifestent la présence de la cellulose.

Il faut ajouter que rarement la callose est immédiatement colorable

(1) Mangin : *Recherches anatomiques sur les Péronosporées* (Bull. de la Soc. d'Hist. nat. d'Autun, vol. 8, 1895).

(suçoirs de *Cystopus*, par exemple); parfois elle se colore après l'action de l'eau de Javelle ou d'un alcali caustique; le plus souvent il est besoin de l'action préalable et successive de l'acide chlorhydrique chloraté et de la potasse ou de la soude caustiques.

Le mycélium des Péronosporées est très irrégulier de forme; au voisinage des nervures des feuilles ou dans les fruits, il présente des palmettes très finement ramifiées au moyen desquelles il franchit la barrière que lui offrent parfois les nervures. Enfin, un caractère de ce mycélium est la présence à l'intérieur des tubes, sur les parois, de mamelons saillants, formant parfois des anneaux et même de véritables bouchons qui jouent le rôle de cloisons.

Les suçoirs, de forme très variable, sont essentiellement caractérisés par une gaîne de callose pure qui se raccorde à la paroi de la cellule hospitalière et supprime par conséquent tout contact immédiat entre le suçoir et la substance vivante. La nutrition du parasite ne peut donc s'effectuer que par une double diffusion à travers la gaîne et la paroi du suçoir. La forme des suçoirs est loin d'être constante dans une même espèce de Péronosporées; c'est un caractère qui ne doit intervenir qu'avec ménagement dans la différenciation des espèces.

Les arbres conidifères des Péronosporées proprement dites et les basides des Cystopées sont exclusivement formés de cellulose, et la région externe de la membrane n'est jamais cutinisée. L'absence du revêtement de cutine dans des membranes exposées à l'air est significative et, d'après M. Mangin, ce fait assez rare serait lié à l'absence de composés pectiques. La callose ne se rencontre dans les arbres conidifères qu'à l'état de mamelons ou d'anneaux saillants formant parfois les fausses cloisons qu'on y a depuis longtemps signalées. Enfin on trouve encore de la callose dans les cloisons qui séparent les conidies en chapelet l'une de l'autre, et les conidies solitaires de leur stérigmate; c'est par liquéfaction de cette callose que les conidies s'isolent et tombent à maturité.

Les œufs ou oospores des Péronosporées ont une enveloppe différenciée en exospore et endospore. L'endospore est toujours épaisse et formée d'une association intime de callose et de cellulose. L'exospore est plus complexe, tantôt très mince (*Plasmopara viticola*), le plus souvent épaisse et portant des sculptures variées. Dans ce dernier cas, si elle est constituée par des crêtes disposées en réseau à mailles plus ou moins fines, ou bien lorsqu'elle est très mince avec des sculptures sans régularité, elle est entièrement formée par des composés azotés et ne renferme pas trace de cellulose et de callose (*Peronospora viciæ*) ou très peu de cellulose (*Cystopus*). Dans certaines espèces à tubercules volumineux, l'exospore contient à la fois de la cellulose et de la callose.

Il résulte des recherches de M. Mangin que les réactions colorantes qui viennent d'être indiquées, spécialement celles qui s'appliquent au mycélium, sont assez précises pour permettre de diagnostiquer la pré-

sence d'une Péronosporée dans le tissu d'une plante hospitalière, sans qu'il soit nécessaire d'avoir sous les yeux les fructifications du Champignon. L'auteur (1) a, depuis, étendu sa méthode à l'étude de diverses sortes de Champignons parasites.

Relativement à la cytologie des Péronosporées, on doit à WAGER (2) une courte communication se rapportant au *Cystopus candidus*. Rosen avait déjà signalé que les conidies de ce Champignon renferment de nombreux noyaux et qu'il ne s'y produit aucune fusion de noyaux : Wager confirme ces deux points. Il a trouvé dans les oogones jeunes jusqu'à 115 noyaux, dans les jeunes anthéridies 6 à 12 noyaux. Des nombreux noyaux de l'oogone, un seul, occupant une position centrale et nucléolé, se fusionne avec un des noyaux provenant de l'anthéridie; tous les autres subissent dans le périplasme une dégénérescence. L'œuf formé divise son noyau par cinq bipartitions successives, suivant le mode caryokinétique, de sorte que l'œuf mûr renferme exactement 32 noyaux

Les observations de Wager relatives à la fécondation chez les Cystopus sont en opposition avec la manière de voir d'ISTVANFFI (3), d'après laquelle la fécondation chez les Péronosporées est caractérisée par la fusion des nombreux noyaux de l'oosphère avec de nombreux noyaux de l'anthéridie.

Sur la morphologie des cils vibratiles de certaines Péronosporées et sur leur sort ultérieur, M. ROTHERT (4) s'est livré à des considérations sur lesquelles nous reviendrons plus loin à propos des Saprolégniées.

M. MAGNUS (5) a étudié l'action du *Peronospora parasitica* sur diverses Crucifères malades. Il a constaté que ce sont toujours les jeunes tissus qui sont attaqués. Souvent aussi l'attaque se fait sur des galles de *Cystopus candidus* : le tissu y est plus jeune, à un stade moins avancé de développement. La cuticule étant particulièrement résistante, il arrive que les filaments conidiens ne peuvent sortir; alors le parasite ne fructifie pas à l'extérieur et il se fait des œufs à l'intérieur.

Le même auteur (6) a décrit une nouvelle espèce de Sclérospora (S. Kriegeriana), parasite sur *Phalaris arundinacea* et dont le mycélium présente cette singulière propriété d'être dépourvu des suçoirs si carac-

(1) L. Mangin : *Sur une méthode d'analyse des tissus envahis par les Champignons parasites* (Bull. Soc. Biologie, 21 février 1896).

(2) Wager : *Reproduction and fertilisation in Cystopus candidus* (Annals of Botany, t. X, 1896.

(3) Istvanffi (von) : *Ueber die Rolle der Zellkerne bei der Entwicklung der Pilze* (Ber. deutsch. bot. Ges., XIII, p. 455, avec 3 pl.).

(4) Rothert : *Ueber das Schicksall der Cilien bei den Zoosporen der Phycomyceten* (Ber. D. Bot. Ges., 1894, p. 268).

(5) Magnus. Ber. deutsch. bot. Ges., 1894, p. 39, et Vers. Deut. nat., 1894).

(6) Magnus : *Ueber das Mycel und den Parasitismus einer neuen Sclerospora-Art.* (Bot. centr., t. 64, 1895, p. 111).

téristiques des Péronosporées. Enfin, M. Magnus a fait le relevé des plantes nourricières et des localités de 56 espèces de Péronosporées du Brandebourg.

Citons encore le travail de M. Van Breda de Haan (1) sur le *Phytophthora nicotianæ*, qui produit une maladie sur les plants de Tabac de Deli (Sumatra). Les conidies, volumineuses, germent en donnant des zoospores, et celles-ci, perdant leurs cils, poussent un filament mycélien. A la fécondation, l'anthéridie déverse tout son contenu dans l'oosphère, et l'œuf formé reste enveloppé, jusqu'à sa germination, par la membrane de l'oogone. Le *Ph. nicotianæ* a pu être cultivé en saprophyte ; les conidies et zoospores ne résistent pas à la sécheresse, et les œufs sont très sensibles à l'action de la lumière. D'où une technique très simple indiquée par l'auteur pour enrayer le fléau.

Enfin, on doit à M. Wehmer (2) une étude sur la maladie des tubercules de Pomme de terre avec essai d'infection par le *Phytophthora*, d'où il résulte que la conception actuellement admise du rôle du *Phytophthora* prête à de sérieuses objections.

V. — Saprolégniées.

Dans un important mémoire sur la cytologie des Saprolégniées, M. Hartog (3) nous apprend que le protoplasma de ces Champignons renferme d'abondants microsomes souvent volumineux et de nature variée (gouttelettes huileuses, granules protéiques, glycogène, substances hydrocarbonées voisines de la *fongine* de Frémy).

Le noyau est, comme celui des Péronosporées, formé d'une membrane, d'un gros granule central chromatique relié à la paroi par des trabécules, et enfin d'une zone périphérique nucléo-hyaloplasmique. Le granule de chromatine peut présenter des mouvements amiboïdes.

Le noyau se divise par un processus qui rappelle de très près la division caryokinétique. On voit le granule chromatique se diviser en quatre, les quatre éléments ainsi formés (bâtonnets chromatiques ?) se rassembler en une plaque équatoriale ; puis chacun se divisant en deux, on a finalement deux groupes de quatre corpuscules chromatiques qui se fusionnent en deux noyaux-filles.

Les sporanges sont normalement terminaux, parfois intercalaires. Il s'y fait autant de zoospores qu'il y a de noyaux. Ces zoospores arrondissent leurs contours et présentent des pseudopodes trapus ;

(1) Van Breda de Haan : *Die Bibitziekte in des Deli-Tabak* (Mededeelingen zit 'Slands Plantentuin, XV. Batavia, 1896).

(2) Wehmer : *Infektionsversuche mit Phytophthora*, 1897.

(3) M. Hartog : *On the Cytology of the vegetative and reproductive organs of the Saprolegnieæ* (Transact. of the roy. irish Academy, vol. XXX, Part XVII, p. 649, avec 2 pl.).

une fois isolées, leurs protoplasmas se fusionnent à nouveau avant de sortir, comme s'il s'exerçait une attraction entre leurs surfaces.

Conformément à l'opinion de De Bary, M. Hartog considère les Saprolégniées comme devenues normalement apogames. La présence d'organes en apparence sexuels (oogone, anthéridie) n'implique pas la nécessité d'une fécondation effective. L'auteur, n'ayant jamais observé de fusion des protoplasmas et noyaux sexuels, admet que dans ce groupe de Champignons la reproduction sexuelle ne s'opère plus : les oogones et anthéridies ne seraient que des *organes témoins*, ayant perdu toute fonction sexuelle. Le noyau unique de l'oosphère mûre provient, d'après Hartog, de la fusion d'un certain nombre de noyaux de l'oogone.

Une importante étude sur le noyau des Saprolégniées, mais localisée au genre *Saprolegnia*, a aussi été fournie par M. Trow (1). En voici les principaux résultats, qui, sur plusieurs points, diffèrent de ceux que nous venons d'énumérer.

Le noyau, dans le genre *Saprolegnia*, est de texture spongieuse; il possède une membrane nucléaire et un chromosome central. L'espace compris entre le chromosome et la membrane nucléaire est occupé par du nucléo-hyaloplasma et traversé par de fins trabécules.

Chaque zoospore renferme une ou plusieurs vacuoles et un seul noyau. A la germination de la spore, et pendant le développement du mycélium, le noyau se multiplie par *division directe*, et les produits de cette division passent ultérieurement dans les sporanges et les gamétanges (oogones et anthéridies).

Il ne se fait dans le sporange ni division ni fusion de noyaux, et chaque noyau devient le centre d'une spore.

Dans l'oogone et l'anthéridie, chaque noyau subit une division réductrice par le *mode indirect*, par suite de laquelle le chromosome devient un *demi-chromosome*; mais il ne s'opère aucune fusion de noyaux fonctionnels.

Le nombre des noyaux sexuels produits dans l'oogone par la division réductrice est environ vingt fois plus grand que celui qui serait nécessaire pour que chaque oosphère ait le sien. Ce nombre est réduit par la dégénérescence des noyaux en excès. Il en est de même dans l'anthéridie et le pollinide.

L'intégrité du chromosome réduit est rétablie dans le noyau, soit par un processus sexuel, soit par simple croissance.

Dans *Saprolegnia dioica*, la fécondation s'observe toujours; mais la fusion des deux noyaux sexuels ne se fait que tardivement : le protoplasma de l'œuf, d'abord homogène, se creuse de vacuoles, devient spongieux et c'est dans les mailles que se fait tardivement la fusion

(1) Trow : *The Karyology of Saprolegnia* (Ann. of. Bot., t. IX, 1895, p. 609, avec 2 pl.

des deux noyaux sexuels. C'est là un phénomène observé d'autre part, comme nous l'avons vu précédemment, par Léger chez les Mucorinées.

La fécondation ne se montre qu'occasionnellement dans *S. mixta*, *Achlya americana* et autres espèces d'*Achlya*. Enfin, *S. Thuretii* est normalement apogame. Mais d'après Trow, on ne saurait dire que, d'une façon générale, les Saprolégniées soient des plantes apogames, ainsi que l'admettent, avec De Bary, divers auteurs, en particulier M. Hartog.

L'œuf ou oospore est pourvu d'abord d'un noyau unique. A la germination, ce noyau donne par *division directe* de nombreux noyaux

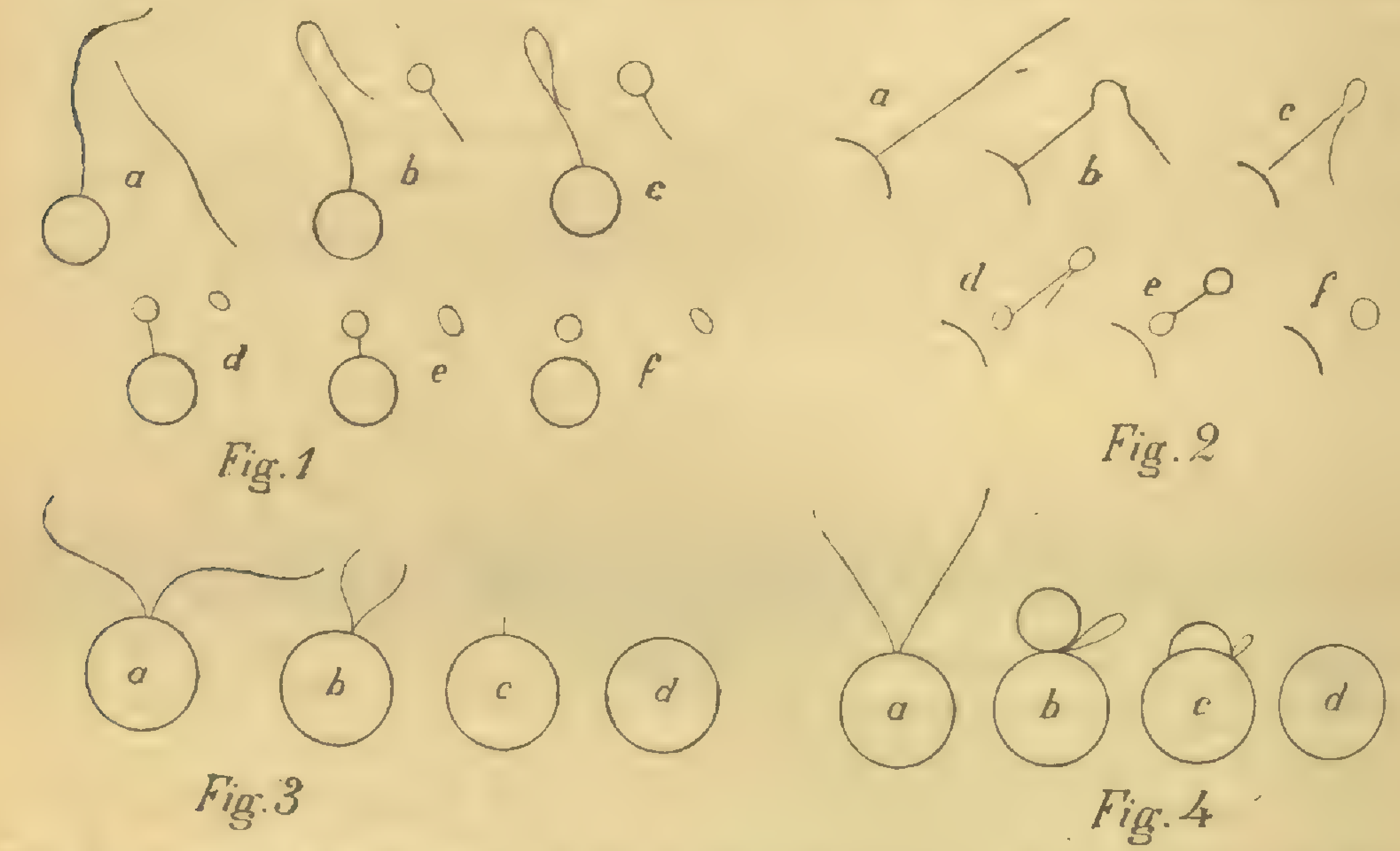


Fig. 67. Zoospore de *Pythium*. *a*, un cil est déjà détaché; *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, stades successifs de la formation des boucles et de la disparition des cils (zoospores de deuxième formation). — Fig. 68. *Saprolegnia* sp. Stades successifs de la résorption d'un des cils vibratiles (l'autre n'a pas été représenté) sur une zoospore de deuxième formation. — Fig. 69. Premier état des zoospores : *a*, *b*, *c*, *d*, les cils sont peu à peu absorbés. — Fig. 70. *a*, *b*, *c*, *d*, les deux cils forment une anse (d'apr. Rothert).

filles, et chacun d'eux devient le centre d'une zoospore : le tube germinatif devient une zoosporange.

Enfin, se basant sur les données qui précèdent, M. Trow cherche à expliquer l'alternance, chez les plantes supérieures, des générations sporophyte et gamétophyte.

M. Rothert (1) a recherché le sort des cils des zoospores dans les Saprolégniées et les Péronosporées. Les zoospores de *Saprolegnia*

(1) Rothert : *Ueber das Schicksal der Cilien bei den Zoosporen der Phycomyceten* (Ber. D. Bot. Ges., t. XII, 1894, p. 268, pl. XX.

sont diplanétiques. Dans une première période de mouvement, elles ont deux cils d'*égale longueur* insérés *au sommet*; puis, après une courte durée de vie mobile, la spore s'entoure d'une fine membrane; le contenu s'en échappe par une fente étroite et la nouvelle zoospore a deux cils *inégaux* insérés *latéralement*. Puis après une deuxième et plus longue période de motilité, la zoospore s'arrête, forme une nouvelle membrane et peut germer. Les zoospores de Péronosporées (y compris les *Pythium*) sont monoplanétiques, et correspondent au deuxième état de motilité de celles de Saprolégniées.

Dans la première période des zoospores de *Saprolegnia*, les cils sont invariablement absorbés dans le corps de la spore. D'ordinaire, cela se fait graduellement et régulièrement; mais parfois une anse se forme, qui est attirée ensuite (fig. 70).

Dans le deuxième état des zoospores de *Saprolegnia* et dans les zoospores des Péronosporées, les cils ne sont jamais absorbés par le corps de la spore, mais restent en dehors comme résidu et sont finalement rejetés au loin.

Signalons, sur le même sujet, deux notes de M. Atkinson (1) sur les zoospores de quelques Champignons aquatiques (*Pythium, Ceratiomyxa, Rhizophidium*).

Une fort importante contribution à l'étude des Champignons aquatiques a été fournie par M. Thaxter. En particulier, il a beaucoup accru nos connaissances sur la morphologie, le développement et la systématique des Saprolégniées.

La famille des Saprolégniées est diversement subdivisée par la plupart des auteurs. Schröter (2) y a établi trois sous-familles: *Saprolégniées* (*s. s.*), *Leptomitacées* (correspondant à peu près aux *Apodyées* de M. Fischer et aux *Pythiées* de M. Van Tieghem), et *Pythiacées*. Fischer réunit au contraire les *Pythium* aux Péronosporées; M. Van Tieghem les laisse avec les autres Leptomitacées.

C'est à ces deux derniers groupes, Pythiacées et Leptomitacées, que se rapportent les récentes recherches de M. Thaxter, que nous allons analyser ici.

Pythiacées. M. Thaxter rapproche des *Pythium* les *Blastocladia*, dont il vient d'étudier deux types. Ce genre *Blastocladia*, rencontré jusqu'alors seulement par Reinsch (*B. Pringsheimii*) et non revu depuis, avait été placé par Fischer dans les Saprolégniées (*s. s.*) douteuses, et par Schröter dans les Leptomitacées (bien que le mycélium n'y soit pas divisé en segments).

M. Thaxter (3) a reconnu que les *Blastocladia*, qui sont parmi les

(1) Atkinson : Bot. Gazette, t. XIX, 1894; p. 375 et 503.
(2) Schröter : *Pflanzenfamilien*, t. I, p. 96.
(3) Thaxter : *New or peculiar aquatic fungi. 3. Blastocladia* (Bot. Gazette, vol. XXI, 1896, p. 45).

plus communs des Champignons aquatiques, sont très polymorphes, mais que leurs affinités sont avec les *Pythium* plus qu'avec tout autre groupe.

L'axe général est muni de rhizoïdes, ramifié en dichotomie irrégulière ou en subombelle (fig. 71, *a*); le protoplasma renferme des gouttelettes que Reinsch avait prises pour des cellules endogènes. Les extrémités des rameaux se renflent et portent deux sortes d'organes reproducteurs :

1° Des zoosporanges (fig. 71, *a*, *c*); les zoospores sont munies de deux (parfois un) cils (fig. 71, *a*, *d*), d'un noyau subtriangulaire en relation avec les cils;

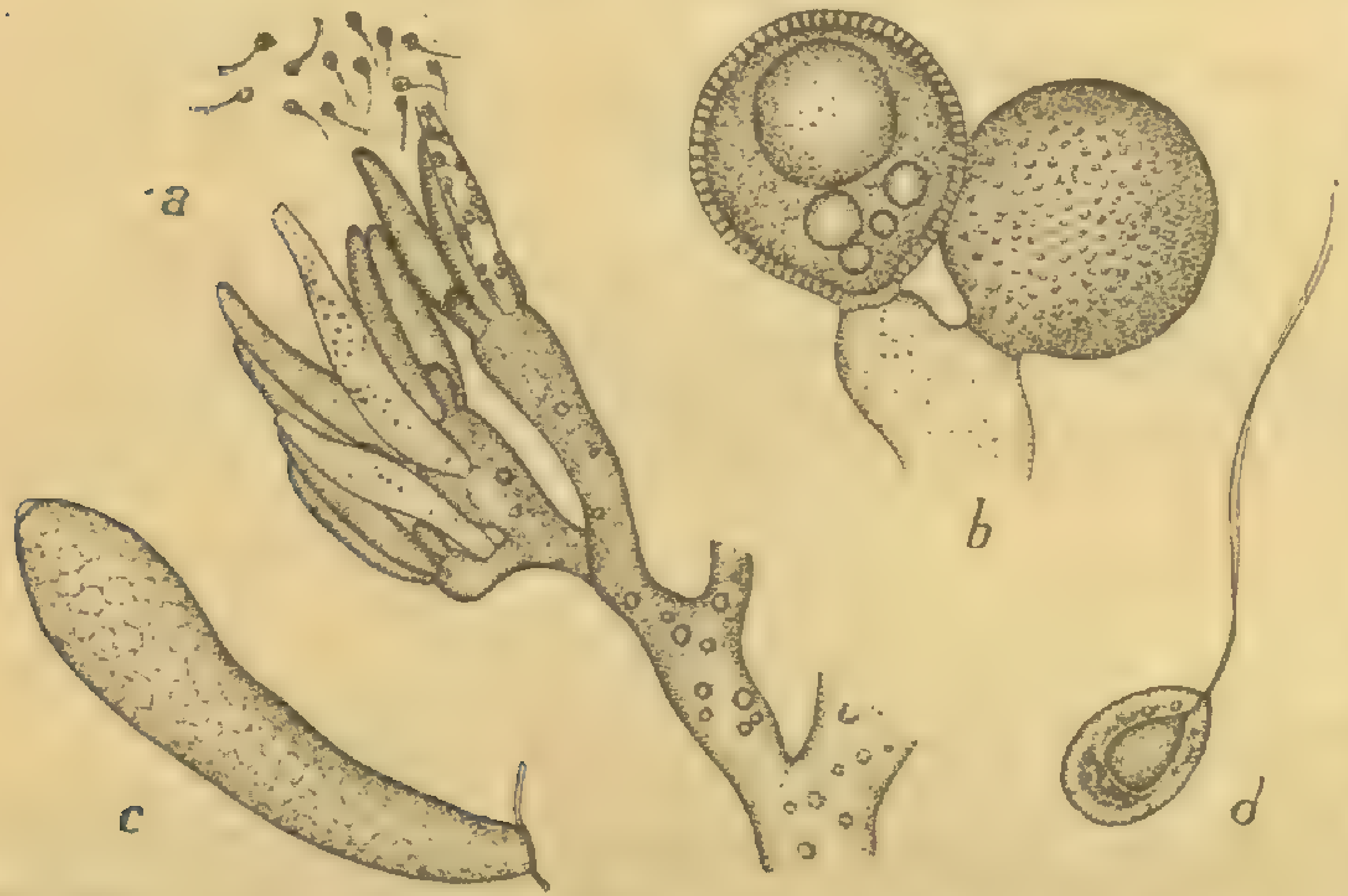


Fig. 71. — *Blastocladia Pringsheimii*. *a*, portion terminale avec zoosporanges et zoospores libres; *b*, deux spores durables, l'une en coupe optique; *c*, zoosporange presque mûr, montrant la papille terminale de déhiscence; *d*, zoospore libre, montrant les deux cils vibratiles (d'après Thaxter).

2° Des conidies : ce sont de gros éléments sphériques ou ovoïdes, à paroi épaissie et double, comprenant une exospore lisse et mince et une endospore épaisse et curieusement modifiée (fig. 71, *b*). Ces conidies, prises par Reinsch pour des zoospores douteuses, apparaissent après les sporanges et leur correspondent morphologiquement. M. Thaxter ne les a pas vues germer.

Le Champignon est totalement asexué en apparence. D'ailleurs s'il y avait des anthérozoïdes, ils ne pourraient remplir leur rôle, car le Champignon vit toujours au milieu d'une colonie de bactéries qui empêcherait l'accès de l'oogone à tout corps mobile à l'aide de cils.

Par ces divers caractères, les *Blastocladia* occupent donc une place bien à part parmi les Champignons aquatiques. Si l'on ne veut pas en faire le type d'une famille spéciale, il faut, comme le fait M. Thaxter, les faire entrer dans la famille des Pythiacées.

Leptomitacées. Le genre *Nägelia* avait été établi autrefois par Reinsch pour deux espèces (I et II) se rapprochant des *Leptomitus* par leurs hyphes à constrictions successives, mais dans lesquelles chaque segment produit distalement des verticilles de sporanges et se ramifie d'une façon spéciale. M. Cornu avait rapporté ces formes à son *Rhipidium interruptum*; mais, depuis, le genre *Nägelia* avait été repris par Fischer et par Schröter : ce dernier le plaçant dans la famille

des Leptomitacées sous le nom de *Nägeliella*. Enfin, récemment, M. Fritsch (1), remarquant que ce dernier nom désigne déjà des Algues d'eau douce, avait proposé le nom nouveau *Sapromyces* (*S. Reinschii*, *S. dubius* = *Nägelia* II de Reinsch).

M. Thaxter (2) a retrouvé la première des deux espèces de ce genre développée sur un cône de Pin immergé ; elle présente des zoospores en été et des organes sexués en septembre. La plante est dioïque : mélangés aux zoosporanges, on voit (fig. 72) des anthéridées allongées, spiralées, parfois comprimées ou ramifiées, qui viennent s'appliquer sur des oogones piriformes à incrustations brunes et à stries transversales. L'oogone est séparé du mycélium par un tampon de celluline (fig. 72).

Fig. 72. — *Sapromyces androgynus*. Deux oogones mûrs avec anthéridies à filets tordus en spirale (d'après Thaxter).

D'après M. Thaxter, cette espèce diffère du *Rhipidium interruptum* de M. Cornu par l'absence de cellule basale hautement différenciée, par une oospore presque lisse, par la fécondation terminale (et non basale) de l'oogone. En y joignant le caractère tiré de la ramification (la plante totale est souvent une ombelle composée) et l'enroulement en spirale des anthéridies, on a des caractères différenciels séparant nettement le nouveau genre *Sapromyces* du genre *Rhipidium* proprement dit. Au genre *Sapromyces* ainsi défini se rapportent en outre le *Rh. elongatum* Cornu (= *S. elongatus*) et une espèce nouvelle, *S. androgynus*, dont M. Thaxter suit avec détail le développement. La fig. 73 montre la disposition des zoosporanges et des organes sexués ; la fig. 72 représente un stade de la fécondation : on y reconnaît l'anthéridie, cylindrique et à filet enroulé en spirale, dont l'extrémité s'applique sur le sommet de l'oogone et repousse la paroi en formant comme une indentation.

Fig. 73. — *Sapromyces androgynus*. Aspect général avec oogones et zoosporanges (d'après Thaxter).

Le genre *Rhipidium*, au sens restreint que lui donne M. Thaxter, comprend actuellement deux des espèces types de M. Cornu (*R. interruptum*

(1) Fritsch : Œsterr. bot. Zeitschr., t. 43, 1893, p. 420.

(2) R. Thaxter : *Observations on the genus Naegelia of Renisch* (Bot. Gazette, vol. XIX, 1894, p. 49). — Idem : *New or peculiar aquatic fungi. 4. Rhipidium, Sapromyces and Araiospora* (Bot. Gazette, vol. XXI, 1896, p. 317).

et *R. continuum*), avec une espèce nouvelle qu'étudie le mycologue américain (*R. americanum*). Il est caractérisé par la grande différence de taille qui s'observe entre la cellule basale et les filaments qu'elle porte, par des filaments fructifiés, ramifiés en sympode au-dessous de zoosporanges généralement solitaires et ovales, par la déhiscence des sporanges, par un oogone sphérique *perforé, à sa base*, par le pollinide venu de l'anthéridie.

Les figures ci-jointes résument le développement du *Rh. americanum.* Les zoosporanges solitaires renferment un petit nombre de zoospores (fig. 75); la déhiscence du sporange et la sortie des spores offrent une particularité très spéciale : la papille du sommet du sporange est soulevée par la masse de spores encore englobée dans la membrane interne du sporange (fig. 75, *c*). Puis cette enveloppe se brise et il en sort des zoospores réniformes à deux cils et à larges granules réfringents qui les font reconnaître facilement (fig. 75 *d*).

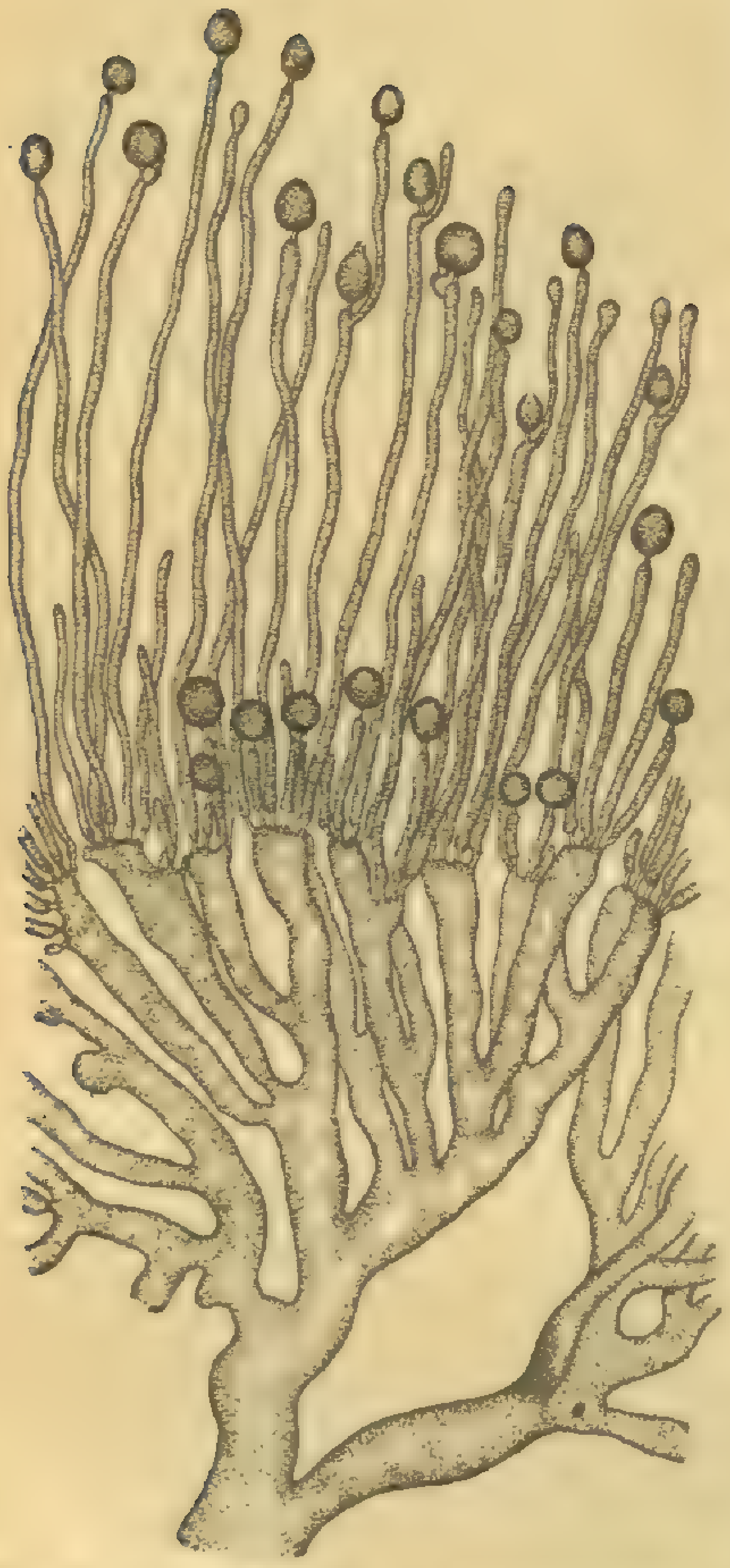


Fig. 74. — *Rhipidium americanum.* Partie du thalle avec sporanges.

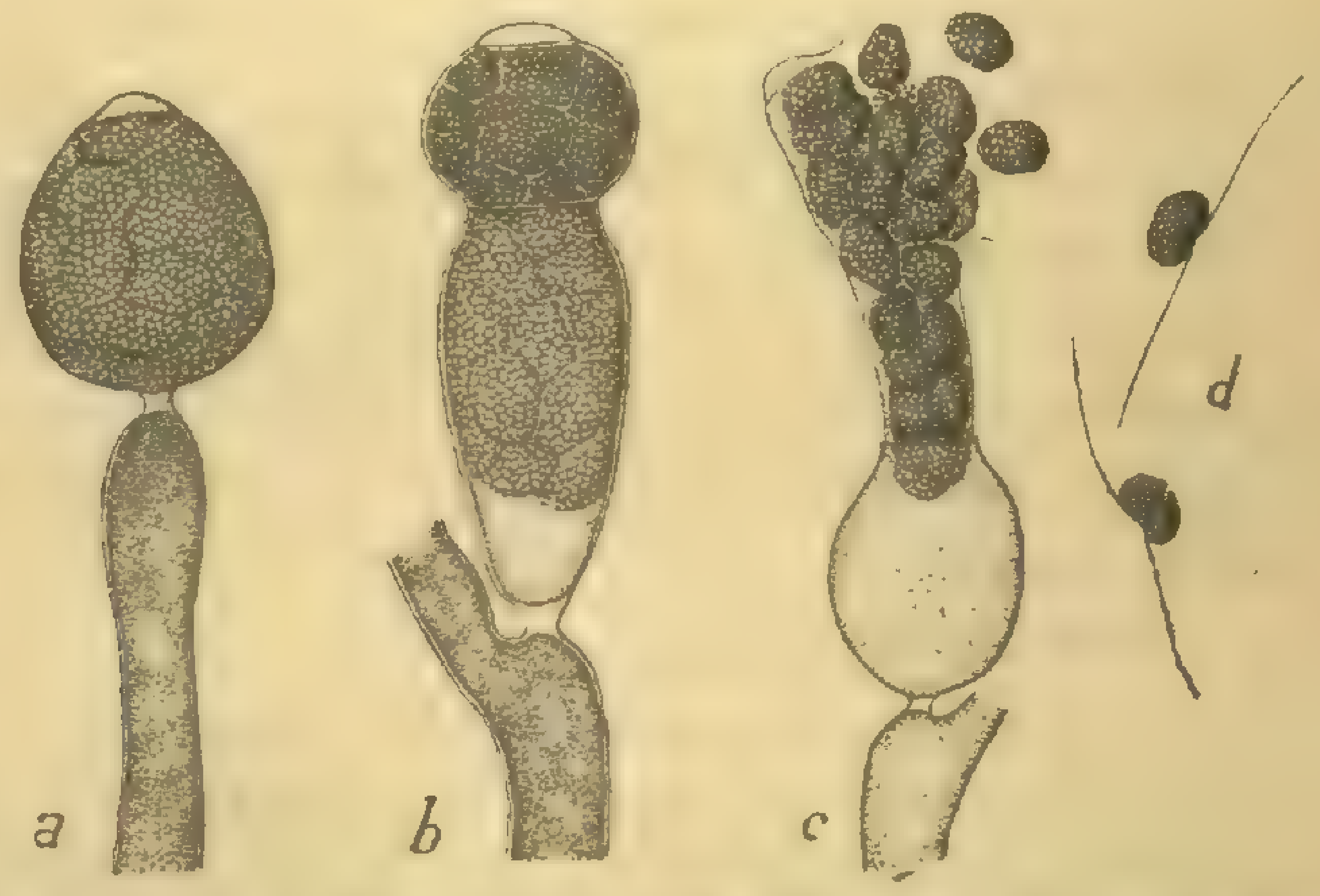


Fig. 75. — *Rhipidium americanum. a*, Zoosporange de forme typique, montrant les spores et la papille en déhiscence ; *b*, *c*, début et fin de la déhiscence ; *d*, zoospores libres.

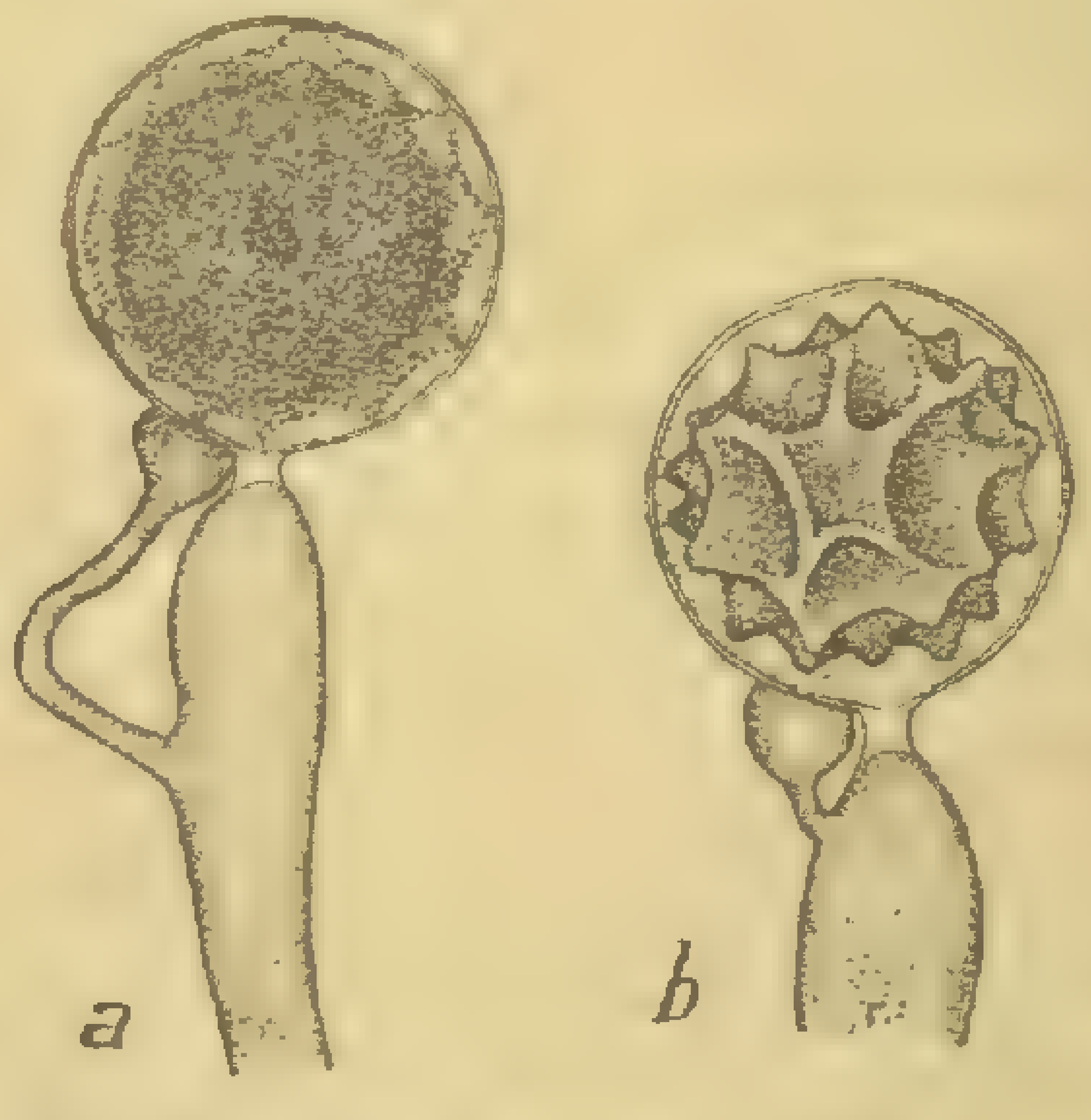


Fig. 76. — *Rhipidium americanum. a*, Oogone et anthéridie : le périplasma commence à se différencier en exospore : *b*, oospore mûre, vue en surface.

L'oogone terminale et sphérique renferme une seule oosphère volumineuse, peu distincte du protoplasma périphérique avant la fécondation (fig. 76, *a*). Aussitôt après la fécondation, l'œuf formé se contracte et, sans doute par suite de lignes d'adhérence du protoplasma pariétal, il se fait des sortes de crêtes en réseau sur l'œuf mûr.

D'après M. Thaxter, l'oosphore jeune n'est pas ondulée (fig. 76, *a*), et ce caractère n'aurait donc pas l'importance que lui a attribuée autrefois M. Cornu.

Le genre *Araiospora* est créé par M. Thaxter pour une forme qui est intermédiaire entre les *Rhipidium* et les *Sapromyces*. Ce genre s'éloigne de *Sapromyces* et se rapproche de *Rhipidium* par sa cellule basale très large, mais diffère de ce dernier en ce que cet article basal n'est qu'une simple modification d'un segment d'une des branches. La ramification et la disposition des sporanges sont celles des *Sapromyces*, mais d'une part l'oogone sphérique sans incrustations, à abondant protoplasma pariétal, d'autre part, les caractères de l'anthéridie, et enfin la fécondation *basale* de l'oogone, sans indentation, les rapprochent des *Rhipidium*.

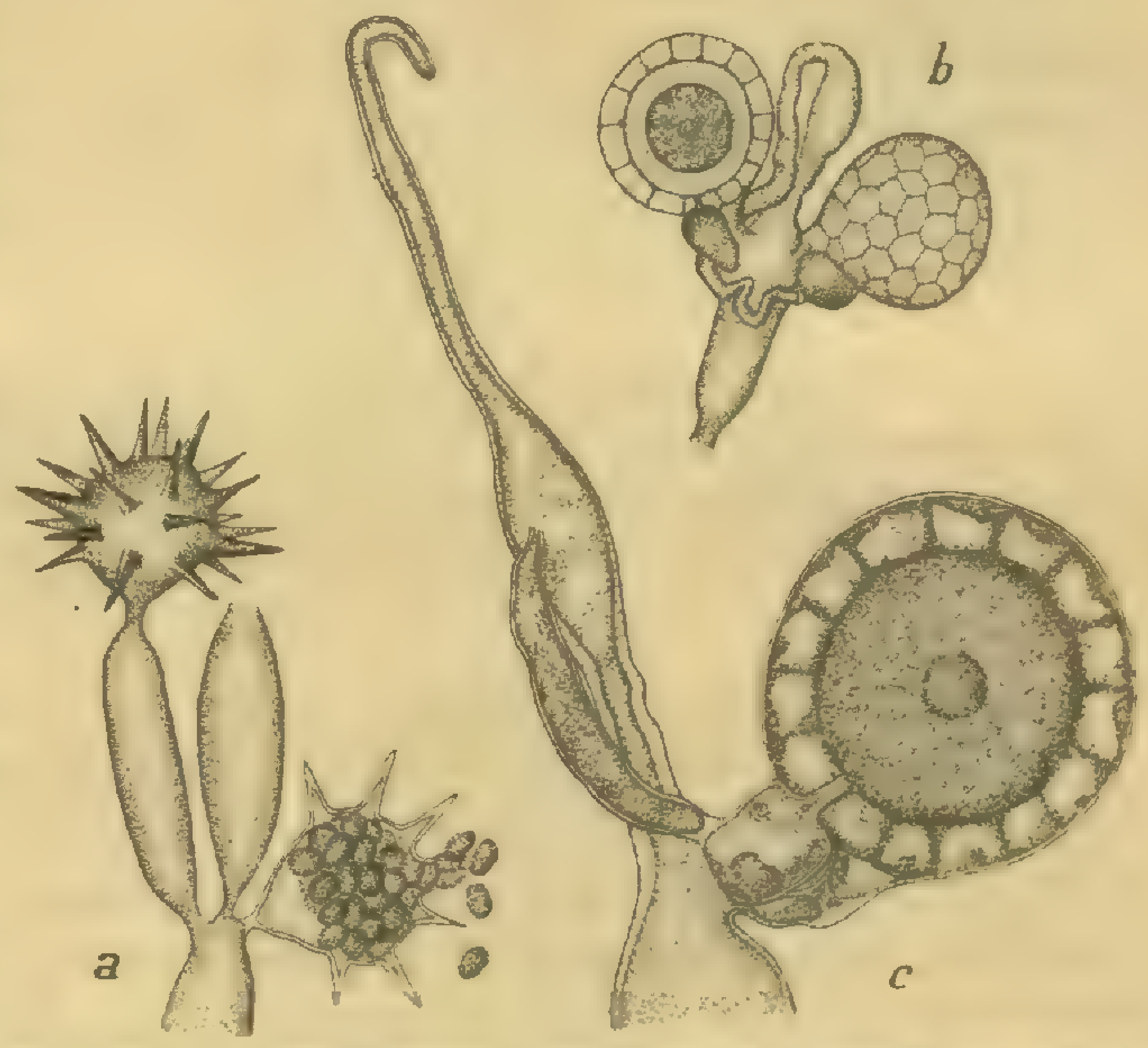


Fig. 77. — *Araiospora pulchra*. *a*, deux sporanges épineux et un sporange cylindrique; *b*, segment portant une anthéridie et deux oogones, vus l'un en coupe optique l'autre en surface; *c*, segment portant un segment anthéridial et un oogone où les cellules périphériques sont en voie de formation.

Mais le genre *Araiospora* diffère des deux autres genres, d'abord par l'existence de deux sortes de sporanges : les uns semblables à ceux des *Sapromyces*, les autres disposés en subombelles et munis d'épines proéminentes bien caractéristiques (fig. 77). De plus, les œufs d'*Araiospora pulchra* n'ont pas d'analogue dans toute la série des Saprolégniées et même des Oomycètes, car chacun d'eux est entouré d'une assise de cellules provenant du cloisonnement du protoplasma périphérique (fig. 77, *b*, *c*). Les filets anthéridiques naissent sur des articles spéciaux qui dérivent du segment qui porte l'oogone à féconder; ces filets croissent vers le bas et souvent se ramifient : dans ce cas, chaque branche est terminée par une anthéridie.

M. Thaxter rattache à ce nouveau genre *Araiospora* le *Rhipidium spinosum* Cornu, car les sporanges peuvent aussi s'y montrer comme de forme ovale, munis d'épines et disposés en subombelle, mais ce rattachement n'est pas certain.

Le genre *Gonapodya* a été créé par Fischer (*in Rabenhorst's Krypt. Flora*) pour le *Saprolegnia siliquæformis* de Reinsch et le *Monoblepharis prolifera* Cornu, que l'auteur allemand considère comme identiques. Sous le nom de *Gonapodya prolifera*, il le place dans la famille des Monoblépharidées. M. Thaxter (1) a retrouvé en Amérique deux espèces du même genre :

1° *G. siliquæformis*, qu'il homologue à la plante de Reinsch, mais croit différente de celle de Cornu; 2° *G. polymorpha* n. sp. Pour M. Thaxter, ce genre *Gonapodya* doit être retiré de la famille des Monoblépharidées, et rattaché, mais avec doute, à la famille des Leptomitacées, dont il se rapproche par son mycélium à constrictions successives, déterminant des segments séparés par des tampons de celluline. Dans *G. polymorpha* (fig. 78, *b*), les anneaux de celluline ne sont pas en relation avec des constrictions. Les zoosporanges sont généralement prolifères quand le Champignon se développe dans de mauvaises conditions, au milieu des bactéries ou d'autres organismes. Les zoospores sont transparentes, avec un gros noyau sphérique, en face duquel est une masse granulaire caractéristique.

Une conséquence des belles recherches de M. Thaxter sur les Saprolégniées est la réorganisation complète de la famille des Leptomitacées. Le mycologue américain est d'avis de la considérer comme une famille distincte, conformément à l'opinion de Schröter (in *Pflanzenfamilien*); ses affinités sont avec les Pythiées (*Pythium*), surtout au point de vue reproducteur, plutôt qu'avec les Saprolégniées proprement dites. On peut résumer ainsi qu'il suit les caractères de la famille et des genres qui la constituent :

Leptomitacées. — Filaments formés de segments séparés par des constrictions successives. Oogone renfermant *une seule* oosphère entourée de périplasma.

? *Gonapodya*. — Segments typiques courts et larges. Sporange en forme de gousse, plusieurs fois de suite prolifère. Zoospores à un cil (toujours ?). — Deux espèces : *G. siliquæformis* (Reinsch) Thaxt. [Eur. et Amér.], *G. polymorpha* Thaxt. (Amér.).

Leptomitus. — Filaments grêles ramifiés, segments longuement cylindriques. Reproduction asexuée produite par la transformation en zoosporanges d'un segment terminal ou de plusieurs segments super-

(1) Thaxter : *New or peculiar aquatic fungi 2. Gonapodya and Myrioblepharis* (Bot. Gazette, vol. XX, 1895, p. 477).

posés. Oospores inconnues. — Une espèce : *L. lacteus* Ag. (Eur. et Amér.).

Apodachlya. — Filaments simples ou peu ramifiés. Sporanges terminaux ou en apparence latéraux par ramification sympodiale du segment qui les porte ; sporange largement ovale ou piriforme, nettement distinct des segments. Zoospores diplanétiques s'enkystant, comme chez *Achlya*, dès la sortie du sporange (toujours ?) ; oospores inconnues. — Deux espèces : *A. pirifera* Zopf et *A. brachynema* (Hild) Prings., probablement synonymes (Amér. et Europe).

Rhipidium. — Cellule basale monstrueusement développée, distincte des nombreux filaments qu'elle produit, dilatée distalement, lobée ou ramifiée. Filament en apparence simple, mais ramifié monopodialement au-dessous des sporanges originairement terminaux. Zoosporanges généralement solitaires, ovales. Zoospores monoplanétiques, à deux cils et à nombreux granules réfringents, sortant des sporanges par masses cylindriques entourées d'une mince membrane et surmontées par la papille de déhiscence. Androgynes ou hétérogynes. Oogones sphériques, renfermant une oospore à paroi épaisse. Anthéridies étroites, s'appliquant sur la base de l'oogone, le pollinide perforant la paroi sans indentation. — Trois espèces : *R. interruptum* Cornu et *R. continuum* Cornu [Eur.], *R. americanum* n. sp. [Amér.].

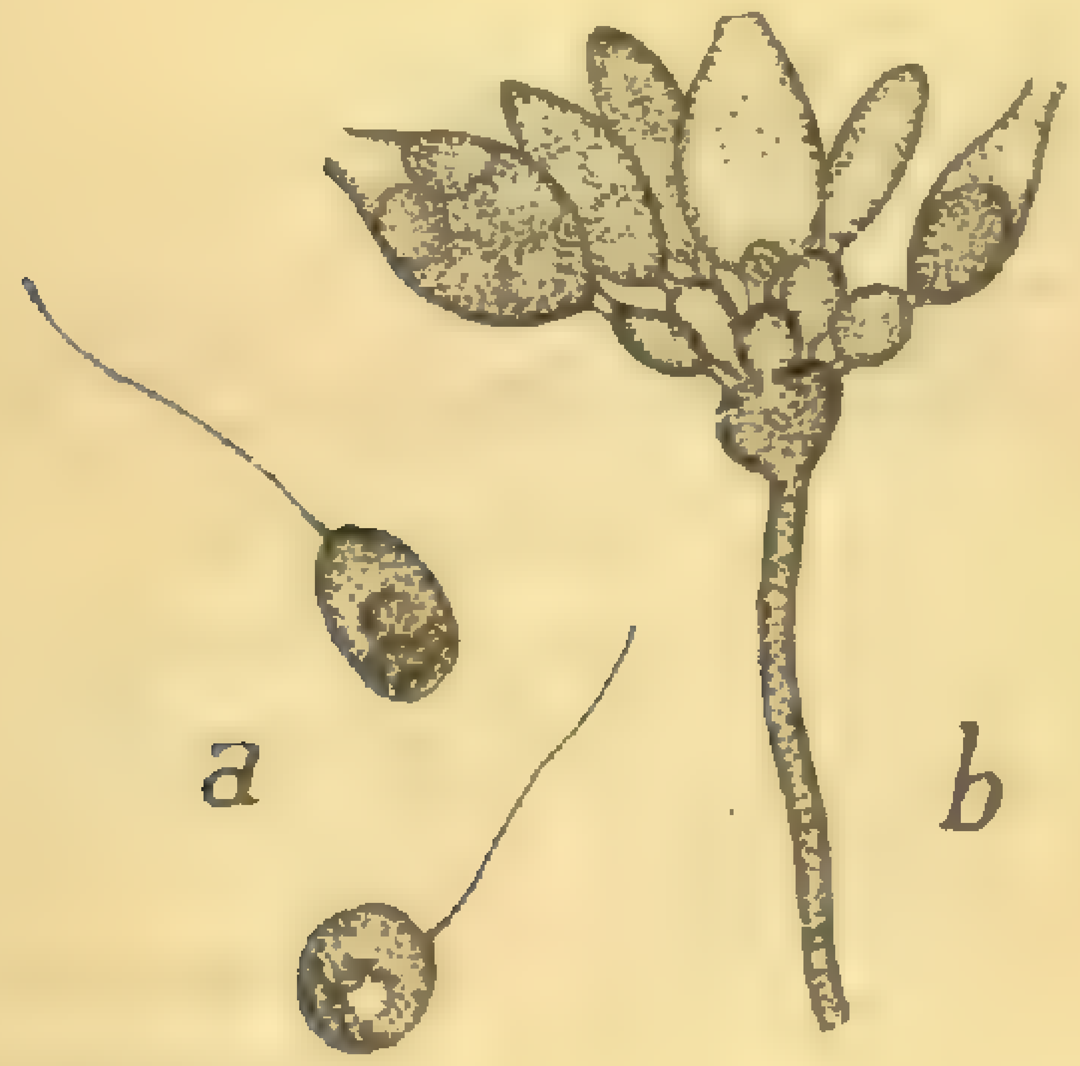


Fig. 78. — *a*, zoospores de *Gonapodya siliquæformis*; *b*, zoosporanges de *G. polymorpha* disposés en subombelle.

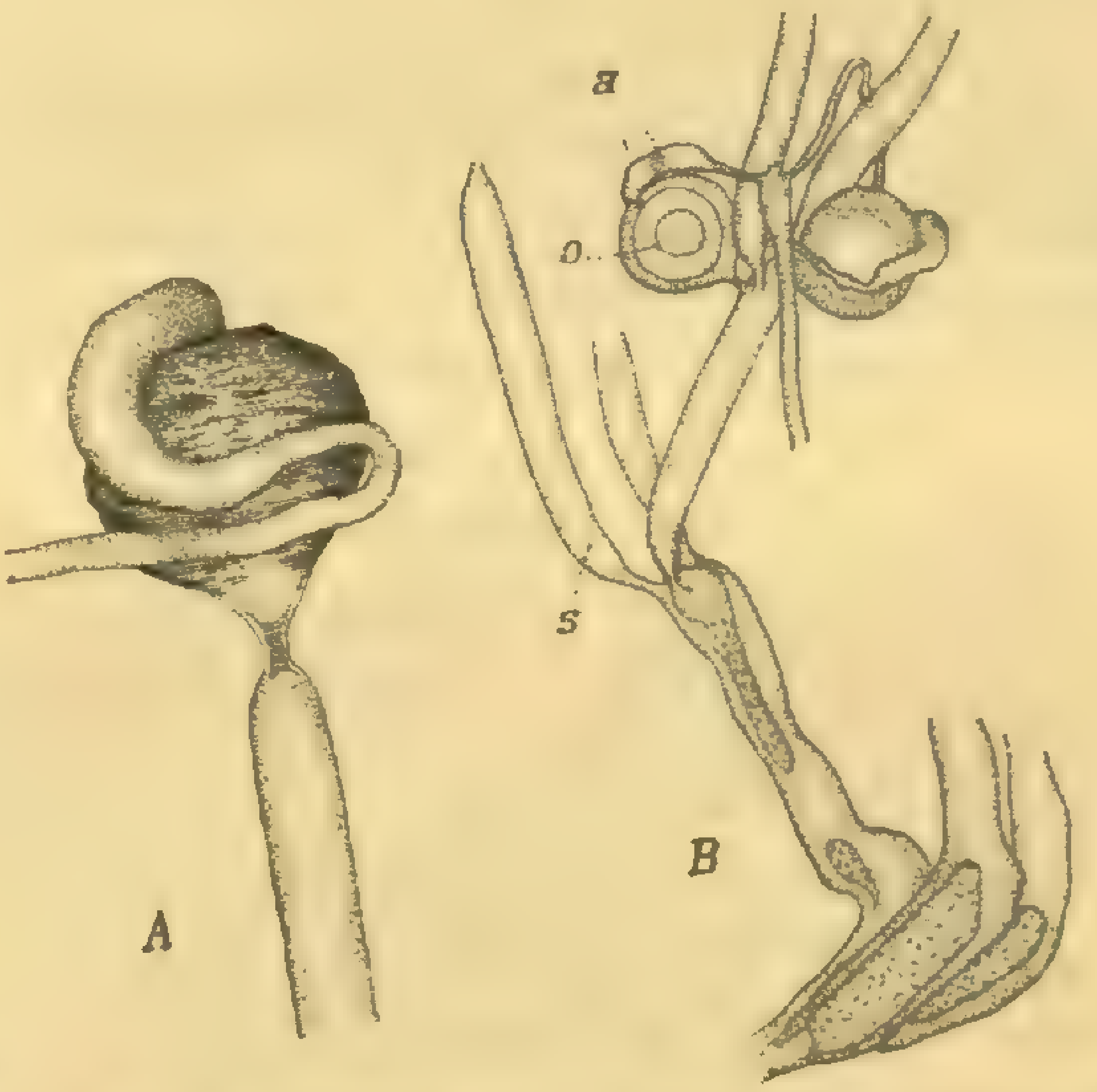


Fig. 79. — *Sapromyces Reinschii*. *A*, oogone terminal (avec tampon de celluline à la base) et anthéridie non cloisonnée appliquant son extrémité au sommet; *B*, cellule basale supportant des sporanges *s*, et des organes sexués : *a*, anthéridie ; *o*, oogone.

Araiospora. — Grande cellule basale dilatée, avec rhizoïdes à sa base, mais semblable aux segments des filaments. Filaments cylindriques ou subcylindriques, ramifiés plusieurs fois en ombelles. Zoosporanges de deux sortes (les uns lisses, les autres polymorphes et épineux), naissant à l'extrémité distale des segments, soit en verticille,

soit en ombelle. Zoospores finalement granuleuses à deux cils, monoplanétiques, émises dans une masse entourée d'une membrane mince qui se brise immédiatement. Oogones en verticilles ou en ombelles, souvent mélangés aux zoosporanges, comme eux séparés du segment par une constriction. Oospore solitaire, à paroi épaisse, entourée d'une *enveloppe cellulaire* née du périplasma. Filets anthéridiaux nés de segments spéciaux, simples ou ramifiés; les petites anthéridies arrondies s'appliquant exactement à la base de l'oogone. — Deux espèces: *A. pulchra* n. sp. (Amér.), *A. spinosa* (?) (Cornu) [Eur].

Sapromyces. — Cellule basale avec rhizoïdes, semblable aux filaments peu nombreux qu'elle porte à son sommet. Filaments semblables à ceux d'*Araiospora.* Zoosporanges allongés, subcylindriques ou en massue ; zoospores comme celles d'*Araiospora.* Oogones en verticilles ou en ombelles, piriformes, souvent incrustés. Oospore solitaire à paroi épaisse. Androgynes ou hétérogynes, les filaments anthéridiques naissent distalement des segments, la portion sous-anthéridiale étant enroulée sur elle-même. Anthéridies allongées, oblongues, courbes, s'appliquant sur le sommet de l'oogone par un bec qui infléchit la paroi (en formant une indentation) avant de la perforer. — Trois espèces : *S. Reinschii* (Schröter) Fritsch [Eur. et Amér.], *S. androgynus* n. sp. (Amér.), *S. elongatus* (Cornu) [Eur.].

Outre le mémoire dont nous avons déjà eu occasion de parler, où M. von Istvanffi (1) établit qu'il ne se fait aucune fusion nucléaire dans l'oogone des Saprolégniées, le même auteur (2) consacre quelques pages à une étude biologique sur les Saprolégniées des conduites d'eau de la ville de Budapest. Ces eaux renferment toute l'année d'abondantes zoospores douées d'une remarquable vitalité ; elles se conservent parfaitement vivantes dans les canalisations d'eau et peuvent même résister à plusieurs jours de froid d'hiver intense dans les eaux du Danube. L'auteur a réussi à cultiver ces Champignons en employant comme milieu de culture des œufs de Fourmis, qui lui donnent les meilleurs résultats : les oogones, par exemple, apparaissent dès le deuxième ou troisième jour. L'auteur nous promet d'ailleurs sur ce sujet un travail plus étendu et plus détaillé.

M. Maurizio a étudié d'une façon très complète la morphologie et les conditions d'existence et de reproduction de diverses Saprolégniées. Dans un premier mémoire (3), il décrit d'abord la méthode longue et difficile qui lui a permis de cultiver purement ces Champignons, méthode qui lui a rendu d'importants services pour différencier de nombreuses

(1) Istvanffi (von) : *Ueber die Rolle der Zellkerne bei der Entwicklung der Pilze* (Ber. D. B. Ges., t. XIII, 1895).

(2) Istvanffi (von) : *Die Vegetation der Budapester Wasserleitung* (Bot. Centr., 1895, t. 61, p. 7).

(3) Maurizio : *Zur Entwicklunsgeschichte und Systematik der Saprolegnieen* (Flora, 1894. Ergänzungsband, avec 3 pl.)

formes. Parmi les espèces étudiées, il convient de signaler *Saprolegnia rhetica* (n. sp.), qui se place entre *S. monilifera* et *S. hypogyna*, et *Achlya aplanes* n. sp. Dans la seconde partie de l'ouvrage, l'auteur étudie la formation des conidies des Saprolégniées et discute en particulier la valeur morphologique des conidies de *Saprolegnia rhetica*. Il étudie ensuite et discute les anthéridies hypogynes et les appendices portés par les oogones, auxquels il attribue la valeur de simples excroissances rudimentaires. Enfin, un intéressant chapitre sur les espèces termine le travail.

Dans un nouveau mémoire (1) le même auteur établit le parasitisme véritable, nié par certains auteurs, de diverses Saprolégniées sur les Poissons et leurs œufs, et signale l'existence de ces Champignons sur d'autres animaux (Ecrevisse, Grenouille). Les eaux de source, même les plus pures, renferment des Saprolégniées. L'auteur a surtout étudié des *Saprolegnia* et des *Achlya*; il a pour la première fois trouvé le *Leptomitus lacteus* sur des Poissons vivants. Par des expériences nombreuses, il a montré que les œufs de Poissons pouvaient être infectés, et il a étudié l'action de divers agents antiseptiques sur le développement des parasites; mais il ne semble pas, sur ce dernier point, être arrivé à des résultats bien décisifs.

Enfin, dans un travail spécial, le même auteur (2) a étudié la sensibilité toute particulière des Saprolégniées aux actions chimiotactiques.

Citons pour terminer une note de M. Hauptfleisch (3) relative à une Saprolégniée douteuse voisine des *Aphanomyces*, qui s'est développée dans le rectum d'un *Gammarus*.

VII. — Monoblépharidées.

Cette intéressante famille, où se trouve réalisé le type le plus différencié de la reproduction sexuelle chez les Champignons, n'a fait l'objet, jusqu'à ce jour, que d'un nombre très restreint de travaux. Depuis les importantes recherches de M. Cornu, qui avait étudié deux espèces du genre unique *Monoblepharis*, *M. sphærica* et *M. polymorpha*, et signalé en passant une troisième espèce (*M. prolifera*), que Reinsch décrivit depuis sous le nom de *Saprolegnia siliquæformis* (voir plus haut ce qui est dit du genre *Gonapodya*), personne n'avait retrouvé et étudié ces intéressants organismes.

M. Thaxter (4), qui semble s'être fait une spécialité de l'étude des Champignons rares et curieux, vient de fournir un nouvel appoint à

(1) Maurizio. *Die Pilzkrankheit der Fische und der Fischeier* (Zeitschr. f. Fisch. u. deren Hilfswiss., 1895). — *Les maladies causées aux Poissons et aux œufs de poissons par les Champignons* (Revue mycologique, juillet 1897).

(2) Maurizio : *Studien über Saprolegnieen* (Flora, t. 82, 1896).

(3) Hauptfleisch : *Astreptonema, eine neue Saprolegniacee* (Ber. D. Bot. Ges., 1895, t. XIII, p. 83).

(4) Thaxter : *New or peculiar aquatic fungi. 1. Monoblepharis* (Bot. Gazette, vol. XX, 1895, p. 433).

nos connaissances à ce sujet. Il reprend l'étude du genre *Monoblepharis*, dont il a examiné quatre espèces ; 1° *M. polymorpha* ; 2° une espèce voisine de *M. sphærica*, mais qui mûrit ses oospores hors de l'oogone ; 3° et 4° deux espèces nouvelles : *M. insignis* et *fasciculata* qui, par la position de l'anthéridie, ressemblent à *M. polymorpha*, mais mûrissent leurs oospores à l'intérieur de l'oogone, comme *M. sphærica*.

Le protoplasma des *Monoblepharis* présente des cordons granuleux souvent transversaux, où le mouvement protoplasmique est rendu très apparent par les granules.

Les anthéridies sont terminales, les oogones intercalaires : chaque anthéridie est placée sur un oogone (fig. 80). Les anthérozoïdes, munis d'un cil à l'arrière, rampent d'abord sur la face interne de l'anthéridie, sortent par des mouvements amiboïdes, puis le cil se met brusquement à se mouvoir. Mais parfois tout le chemin, de l'anthéridie à l'oogone, est effectué par des mouvements de reptation, sans intervention du cil vibratile.

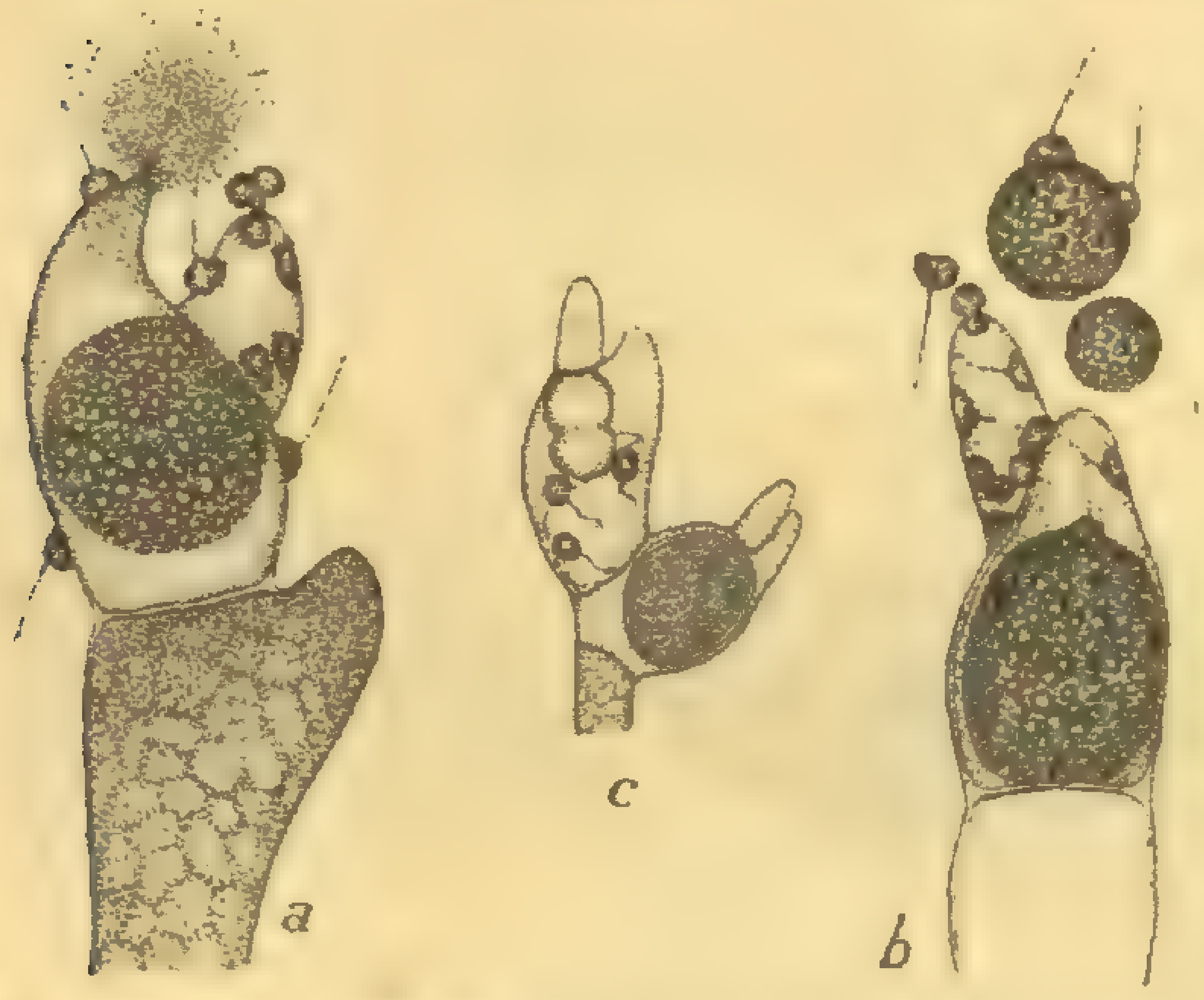


Fig. 80. — *a*, *b*, *Monoblepharis insignis* ; *c*, *M. fasciculata*.

L'oogone arrive à maturité quand un tiers des anthérozoïdes sont sortis. Elle présente de forts granules centraux qui finissent par constituer l'oosphère (fig 80, *a*, *b*). La membrane de l'oogone se rompt à l'extrémité par l'effet de la turgescence ; il se fait au dehors une décharge de fins granules, et parfois même de gros granules de l'oosphère, d'où la formation, à l'entrée de l'oogone, d'une masse protoplasmique cohérente, sphérique, qui a la propriété d'exercer une influence attractive sur les anthérozoïdes qui se trouvent à proximité.

Les anthérozoïdes rampent sur la paroi interne de l'oogone : on en peut trouver jusqu'à huit dans l'intérieur ; mais un seul semble se fusionner avec l'oosphère, comme l'a décrit Cornu (fig. 80, *a*).

Les zoosporanges ressemblent aux oogones et présentent les mêmes rapports de position avec les anthéridies.

Les zoospores, qui sont rares dans *M. insignis* et plus fréquentes dans *M. fasciculata*, sont deux fois plus grosses que les anthérozoïdes. En les colorant, on voit qu'elles sont munies de *deux* cils (fig. 80, *c*) dans *M. fasciculata* : M. Cornu n'a vu que des zoospores monociliées dans les espèces étudiées par lui.

(*A suivre*).

L. Matruchot.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois Paris*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

COUPIN, docteur ès sciences.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Kosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

325. — *Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.*

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIÈME

Livraison du 15 Octobre 1899

Nº 130

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

1899

LIVRAISON DU 15 OCTOBRE 1899

I. — ACTION INDIRECTE DE LA LUMIÈRE SUR LA TIGE ET LES FEUILLES (avec planche et figures dans le texte), par **M. E. C. Téodoresco**. 369

II. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS, publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897 (avec figures dans le texte), par **M. L. Matruchot** (*suite*) 398

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 17. — *Chenopodium album*.

Cette livraison renferme en outre vingt gravures dans le texte.

ACTION INDIRECTE DE LA LUMIÈRE

SUR LA TIGE ET LES FEUILLES

par M. E. C. TÉODORESCO.

Dans les conditions naturelles où pousse une plante, la lumière a, sur ses divers organes, une influence directe ou indirecte. L'intensité de la croissance de la tige, le développement du tissu palissadique des feuilles, la formation de la chlorophylle, etc., sont des exemples de l'influence directe. Au contraire, le développement plus ou moins grand des organes souterrains, l'accumulation des réserves dans ces organes, dépendent de l'intensité de la lumière, qui frappe la tige aérienne et ses feuilles et sont des exemples de l'influence indirecte.

Or, il était intéressant de voir comment se comporte un organe qui, dans les conditions naturelles, est exposé à l'influence directe de la lumière, si l'on fait développer une partie de cet organe à l'obscurité, en laissant l'autre partie à la lumière. La portion qui est éclairée et qui, par conséquent, continue à assimiler et à transpirer par ses feuilles, a-t-elle une action quelconque, par les substances qu'elle élabore, sur la partie soustraite à l'influence de la lumière?

C'est Sachs (1) qui s'est posé cette question et qui s'est proposé de la résoudre. L'observation montre que les plantes qui sont cultivées, dès la graine, à l'obscurité, périssent au bout d'un temps relativement assez court. Sachs a supposé que ce phénomène ne dépend pas directement de l'absence de la lumière, mais du manque de certaines substances nutritives spéciales, qui ne peuvent être élaborées que sous l'influence des radiations lumineuses. On sait, en effet, que les plantes bulbeuses, par exemple, ayant par consé-

(1) Sachs : *Virkung des Lichts auf die Blüthenbildung unter Vermittlung der Laubblätter*, Bot. Zeitung, 1864 ; Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2 Auflage, 1887, p. 537.

quent des réserves abondantes, produisent à l'obscurité des fleurs normales, que certaines espèces fleurissent au printemps avant d'avoir des feuilles.

Dès lors, Sachs s'est demandé si pour une plante, qui n'a pas de réserves suffisantes à sa disposition, on ne pourrait pas obtenir le développement normal d'un organe aérien en le laissant à l'obscurité, mais en lui fournissant les matériaux qui lui sont nécessaires. Pour résoudre cette question, ce savant a fait l'expérience suivante. Au lieu de cultiver les plantes dès la graine à l'obscurité, il prend des échantillons qui se sont développés à la lumière, et il introduit le bourgeon terminal de la tige principale, par exemple, dans une caisse obscure, tandis que le reste de la plante est laissé à la lumière.

Dans ce cas les feuilles éclairées assimilent et élaborent diverses substances organiques ; les produits de l'assimilation immigrent vers le bourgeon terminal de la tige, bourgeon qui est soustrait à l'action directe de la lumière. Ce bourgeon se développe et donne naissance à des organes qui se rapprochent, plus ou moins, des organes formés normalement à la lumière. C'est ainsi que pour le *Cucurbita Pepo*, Sachs (1) a constaté que la tige produit des fleurs, des feuilles, des bourgeons, des branches, des vrilles, des racines. Les feuilles, quoique étiolées, présentent des surfaces relativement considérables. Ainsi la plus grande feuille formée sur la partie de la tige qui se trouve à l'obscurité acquiert une surface de 625 centimètres carrés, tandis qu'une feuille moyenne, développée à la lumière, mesure 825 centimètres carrés. La surface des feuilles développées sur la portion de la tige non éclairée est, en général, les deux tiers ou les trois quarts de celle des feuilles produites à la lumière. Les vrilles sont tout aussi sensibles qu'à la lumière ; les fleurs mâles et femelles présentent la même forme, la même couleur, la même grandeur que les fleurs normales. Enfin un fruit produit à l'obscurité a atteint le poids de 4 kilogrammes ; dans ce fruit on a trouvé 195 graines, dont un tiers ont germé.

En résumé, sauf par l'absence de la chlorophylle et le développement plus faible, en surface, des feuilles, la portion de la plante formée à l'obscurité ne se distingue pas de la portion comparable d'un autre individu cultivé entièrement à la lumière. Dans d'autres

(1) Sachs : *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*, 2 Aufl., 1887, p. 537.

expériences, faites avec la même plante, Sachs dit avoir observé que les feuilles formées à l'obscurité étaient tout aussi grandes que les feuilles normales. Il faut noter cependant que, dans ses premières recherches (1), Sachs n'a pas signalé cette grande croissance en surface des feuilles développées sur la portion de tige formée dans la caisse noire, et cela ni pour la Courge, ni pour les autres plantes sur lesquelles il avait expérimenté.

Tenant compte de ce fait que les pieds de *Cucurbita* placés complètement à l'obscurité présentent au plus haut degré les phénomènes d'étiolement et qu'en particulier les feuilles restent très petites, ce savant conclut que les caractères des plantes étiolées sont dus non à l'absence de l'action directe de la lumière, mais au manque de certaines substances nutritives, qui ne peuvent être élaborées que par les feuilles vertes. Si les organes, que l'on fait croître à l'obscurité, peuvent recevoir ces substances, ils acquièrent presque les mêmes caractères que s'ils s'étaient développés en pleine lumière. Ce qui le montre bien nettement, c'est que, dans l'expérience de Sachs, la croissance des organes placés à l'obscurité est d'autant plus accentuée que les feuilles éclairées et assimilatrices sont plus grandes et reçoivent une lumière plus intense.

Ni Sachs ni les autres auteurs qui ont répété ses expériences, ne font mention de la structure des organes développés dans de telles conditions. Les branches et les feuilles développées sur la partie qui se trouve soustraite à l'influence immédiate de la lumière présentent-elles les mêmes caractères anatomiques que les organes correspondants formés à la lumière ou bien leur structure est-elle celle des organes étiolés?

Le but de ce travail est surtout d'essayer de résoudre cette dernière question. Mais, en outre, j'exposerai quelques résultats de morphologie externe ayant trait surtout à la croissance des feuilles qui se développent sur la partie non éclairée.

La méthode employée est celle de Sachs. Dans toutes mes expériences, j'ai toujours choisi trois individus de la même espèce, qui s'étaient développés, pendant un certain temps, à la lumière. De ces trois individus j'ai laissé, au commencement de l'expérience, un complètement à la lumière, un autre complètement à l'obscu-

(1) Sachs : *Botanische Zeitung*, 1864.

rité, enfin pour le troisième j'ai mis le bourgeon terminal à l'obscurité, laissant à la lumière toute la partie inférieure de la plante. Je ne laissais jamais à l'extrémité de la tige que le bourgeon ; je coupais toujours les quelques feuilles bien développées, qui se trouvaient au-dessous de ce bourgeon. A la fin de l'expérience je comparais, au point de vue de la morphologie externe et de la structure, les parties comparables de ces trois individus, qui s'étaient formées pendant l'expérience.

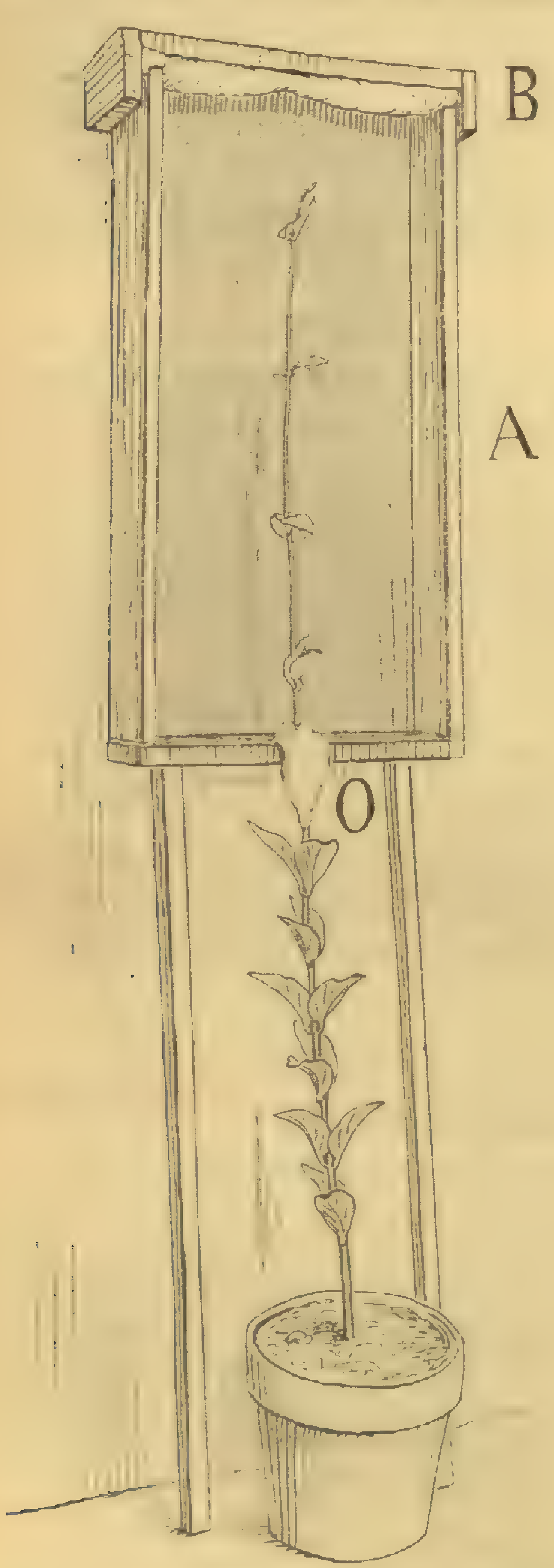


Fig. 81. — Appareil permettant de faire développer une partie de la plante à l'obscurité ; pour rendre le dispositif plus clair, on a coupé la caisse en long et on a supprimé la partie antérieure ; A, caisse ; B, son couvercle ; O, ouverture dans le fond pour laisser passer la tige.

Ce n'est qu'en comparant les *trois* individus placés dans les trois conditions différentes, qu'on peut se rendre bien compte si les substances élaborées par les feuilles éclairées, peuvent influer sur les organes du même individu, placés dans l'obscurité.

L'appareil dont je me sers dans mes expériences se compose d'une caisse noire A (fig. 81) en bois, qui est montée sur deux pieds, et présente au fond une ouverture O, par laquelle on introduit l'extrémité de la tige. La partie supérieure de la caisse est recouverte par un couvercle B, qui sert à observer la plante de temps en temps et à renouveler l'air. Je produis le renouvellement de l'air la nuit, en enlevant le couvercle pendant une heure, par exemple. Pour

que la caisse soit bien fermée et que la lumière ne pénètre pas dans son intérieur, une couche de ouate existe au fond du couvercle. Enfin j'entoure avec de la ouate la portion de la tige qui se trouve dans le trou O, pour empêcher également la lumière de pénétrer dans la caisse obscure.

§ I. — Feuille.

Nous avons vu plus haut la théorie que Sachs a proposée, pour expliquer, au moins en partie, la forme des feuilles étiolées. Sachs lui-même déclare d'ailleurs qu'une explication complète de l'influence exercée par la lumière sur les divers organes, nous manque presque complètement, de sorte qu'il est à peine possible de présenter une théorie bien coordonnée de la dépendance qui existe entre la végétation et la lumière. On a proposé diverses explications que je vais exposer brièvement.

Kraus (1) dit que la forme de la feuille étiolée est occasionnée par le défaut de matériaux nutritifs. La feuille, d'après lui, ne reçoit de la tige que les substances nécessaires pour l'amener au jour, *après quoi elle doit suffire elle-même à son entretien*. L'assimilation chlorophyllienne produit, d'après Kraus, tous les matériaux indispensables à la croissance ultérieure de la feuille. Dans l'obscurité les feuilles s'arrêtent, par suite de l'absence de nutrition, au degré de développement auquel elles étaient parvenues en sortant du bourgeon. Il cite une expérience où il a vu une feuille de *Vitis vinifera*, qu'il avait recouverte à moitié d'une feuille de papier d'étain, n'augmenter que dans la partie exposée à la lumière, de sorte que la feuille était devenue asymétrique ; la soustraction de la lumière a empêché l'assimilation chlorophyllienne et par conséquent la croissance.

Je n'ai pas répété cette expérience, mais je puis donner un exemple encore plus frappant. On cultive depuis quelques années, au Laboratoire de biologie végétale de Fontainebleau, une variété de Pomme de terre à feuilles panachées dont les folioles sont plus ou moins asymétriques ; quand la moitié d'une foliole est à peu près entièrement blanche et l'autre moitié verte, la foliole présente

(1) Kraus : *Ueber die Ursachen der Formänderung etiolirender Pflanzen*, Jahrbücher für wiss. Botanik, t. VII.

le maximum d'asymétrie, comme on peut voir par la figure 82 ; la surface de la partie verte est de trois à quatre fois plus grande que la surface de la moitié blanche. En outre cette partie blanche a, au point de vue anatomique, presque tous les caractères des feuilles étiolées : réduction considérable de l'épaisseur de la feuille et du tissu palissadique ; espaces aérifères peu développés et par suite mysophylle à structure compacte.

Un autre fait qui viendrait en faveur de la théorie de Kraus est le suivant : Vöchting (1) a observé que même à la lumière une feuille ne se développe que faiblement, si elle se trouve placée dans un air privé d'acide carbonique. Peu importe, d'après cet auteur, que les autres feuilles de la plante soient dans des conditions favorables d'assimilation. Ainsi Vöchting introduit la partie supérieure d'une plante dans une cloche où passe un courant d'air débarrassé de tout acide carbonique. Bien que la partie inférieure de cette plante reste dans l'air ordinaire, les feuilles déjà un peu développées de l'autre partie ne s'accroissent plus et s'altèrent. On n'observe guère qu'un faible développement de toutes jeunes pousses. La vie de la feuille serait donc, d'après cette expérience, liée à son assimilation propre.

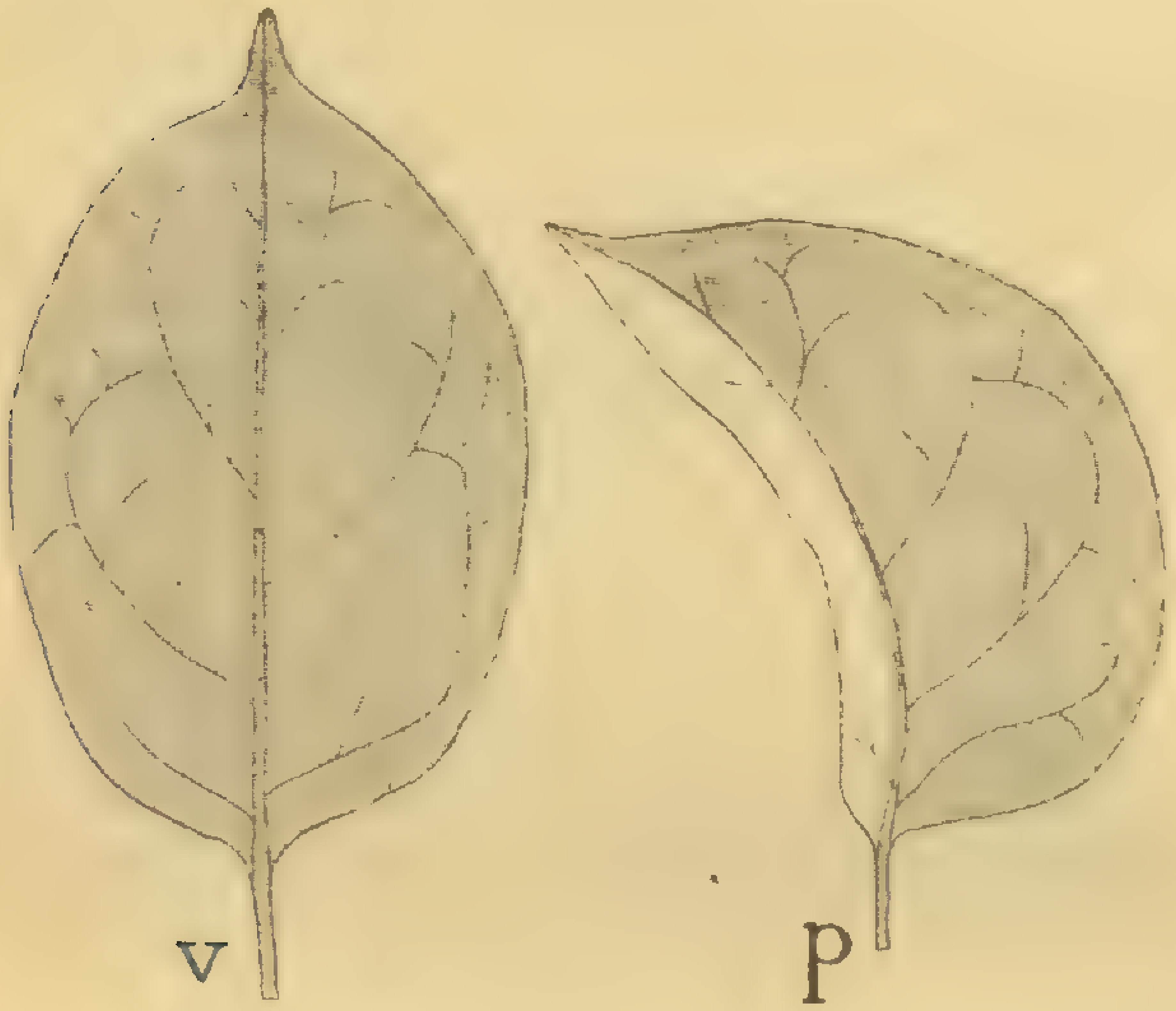


Fig. 82.— *Solanum tuberosum* : *v*, foliole entièrement verte et symétrique ; *p*, foliole devenue asymétrique, une moitié du limbe étant jaune et l'autre verte.

La théorie de Kraus est trop exclusive. A l'encontre de la théorie de cet auteur on peut citer diverses observations.

1° Rauwenhoff (2) a constaté que les feuilles séparées de la

(1) Vöchting : *Ueber die Abhängigkeit des Laubblattes von seiner Assimilationsthätigkeit*, Botanische Zeitung, 1891.

(2) Rauwenhoff : *Sur les causes des formes anormales des plantes qui croissent à l'obscurité*, Ann. d. Sc. nat. 6e série, t. V, p. 307.

plante qui les a produites, sont incapables de continuer à croître, même lorsqu'elles peuvent recevoir en abondance l'humidité nécessaire et les matériaux nutritifs tant organiques qu'inorganiques.

2° A l'inverse de l'exemple que j'ai cité plus haut d'une Pomme de terre panachée, on sait que, en général, les feuilles entièrement blanches ou dorées de la plupart des plantes panachées, atteignent les mêmes dimensions que les feuilles entièrement vertes ou faiblement panachées du même individu. Il n'en est pas moins vrai cependant que, dans ce cas, la feuille verte est, en général, plus épaisse et ses tissus mieux développés (*Pelargonium*, *Acer Negundo*, etc.). Il est à noter cependant que d'après M. Th. W. Engelmann (1) le développement énergique, la croissance luxuriante même que présentent parfois plusieurs de ces formes à feuilles jaunes d'or, pourraient peut-être s'expliquer en admettant que la matière jaune de ces feuilles a la propriété de décomposer l'acide carbonique, car ce savant a constaté un dégagement d'oxygène par la méthode des Bactéries.

3° Rauwenhoff (2) a pratiqué sur différentes feuilles des incisions plus ou moins profondes au pétiole (ordinairement jusqu'au centre de celui-ci), parfois en différents points de la même plante ou du même pétiole général. A mesure que l'incision avait été plus profonde et la feuille plus jeune, les modifications étaient plus prononcées, son développement était troublé aussitôt que l'apport des matières nutritives par le pétiole était plus ou moins entravé. Dans ce cas la feuille n'atteint souvent que les deux tiers de la grandeur normale. On voit donc combien une feuille déjà sortie de l'état de bourgeon a encore besoin de matériaux nutritifs apportés par le pétiole, combien elle dépend, quant à son développement, de la quantité de ces matériaux.

4° Des analyses faites par Zoller (3) et Rissmüller (4), il résulte que les feuilles pendant toute leur existence non seulement élaborent et envoient des substances nutritives dans les autres organes de la plante, mais encore elles en reçoivent de ces organes.

(1) Th. W. Engelmann : *Les couleurs non vertes des feuilles et leur signification*. Arch. néerlandaises d. Sc. nat., t. XXII, 1888, p. 12.

(2) Rauwenhoff : *loco cit.*, p. 307.

(3) Zoller : *Landw. Versuchsstationen*, t. VI, p. 231.

(4) Rissmüller : *Landw. Versuchsstationen*, t. XVII, p. 17.

Par conséquent, l'assimilation chlorophyllienne n'est pas suffisante et on ne peut pas concevoir une feuille accomplissant complètement ses fonctions vitales en dehors de sa liaison avec le reste de la plante.

5° Enfin beaucoup de cotylédons ne se développent pas, périssent même à l'obscurité, bien qu'ils soient remplis d'amidon.

Bataline (1) et Godlewski (2) soutiennent que si le développement des feuilles s'arrête à l'obscurité, cela tient non à ce que l'assimilation chlorophyllienne est empêchée. D'après Bataline, à l'obscurité les cellules seraient incapables de se diviser, phénomène qui peut avoir lieu à une lumière très faible, plus faible que celle qui est nécessaire pour la formation de la chlorophylle.

Cependant, Prantl (3) a montré, par des mesures directes, que chez la feuille qui se développe à l'obscurité complète, il se fait certainement un très grand nombre de divisions cellulaires. Sur la largeur de la feuille primordiale d'un Haricot, par exemple, le nombre des cellulles s'élevait, en effet, dans la graine non germée, à 343, chez la plante étiolée de 1375 à 2571, chez la plante verte de 1429 à 2273. Prantl en déduit que la croissance de la feuille est en relation avec certaines substances, pour la production desquelles la lumière est indispensable.

Dernièrement M. Palladine (4), dans un travail très important, apporte, à son tour, une nouvelle explication des modifications que les feuilles subissent sous l'influence de l'obscurité. Tout d'abord l'aspect des plantes sans chlorophylle qui, bien que vivant à la lumière, ressemblent aux plantes étiolées, montre que la lumière n'exerce pas une influence directe sur la croissance des feuilles. Dans les deux cas le facteur essentiel qui manque n'est pas la lumière, mais la chlorophylle. L'étiolement doit donc être dû surtout à la modification des processus qui dépendent de cette substance et qui sont l'assimilation et la transpiration. Pour l'assimilation, M. Palladine admet que son absence n'est pas la cause du

(1) Bataline : *Ueber die Wirkung des Lichtes auf die Entwickelung der Blätter*, Bot. Zeit., 1871.

(2) Godlewski : *Zur Kentniss der Formänderung etiolirter Pflanzen*, Bot. Zeit., 1879.

(3) Prantl : *Arbeiten des bot. Inst. zu Würzburg*, fasc. III, p. 384.

(4) W. Palladine : *Transpiration als Ursache d. Formänderung etiolirter Pflanzen*, Ber. der deutsch. bot. Gesellschaft, 1890.

faible développement des feuilles à l'obscurité. Reste donc l'influence de la transpiration et c'est sur celle-ci qu'insiste cet auteur.

On sait, en effet, que les plantes transpirent plus fortement à la lumière qu'à l'obscurité. Toutefois, d'après M. Palladine, ce qu'il importe de considérer pour expliquer l'étiolement, c'est moins la faible quantité d'eau transpirée à l'obscurité, que la modification du rapport entre la transpiration de la feuille et celle de la tige. A la lumière, les feuilles étant vertes, la transpiration a lieu surtout par ces organes qui attirent ainsi, sans cesse, l'eau de la tige. Celle-ci tend donc continuellement à manquer d'eau ; elle ne développe que de très courts entrenœuds. A l'obscurité, au contraire, où la couleur des feuilles ne peut avoir d'action, c'est la tige de la plante étiolée qui, à cause de sa grande surface, présente la transpiration la plus active. Ce sont alors les feuilles qui, à leur tour, manquent d'eau et ne se développent plus. Chez les plantes sans chlorophylle, il se produit même à la lumière, à cause de l'absence de la substance verte, ce que, chez les autres plantes, n'a lieu qu'à l'obscurité. Cela s'explique, d'après M. Palladine, par le fait que, quel que soit l'éclairement, les surfaces de transpiration seules sont ici à considérer et la tige a, sous ce rapport, l'avantage sur les feuilles ; celles-ci restent donc petites, se développent d'autant moins qu'elles contiennent moins de chlorophylle.

A l'appui de sa théorie l'auteur cite entre autres cette expérience. Des plantules de *Vicia Faba* étant placées à l'obscurité, il entoure leur tige de caoutchouc. La transpiration de la tige est ainsi amoindrie, l'eau n'est donc enlevée aux feuilles comme précédemment : on constate alors que ces feuilles se développent normalement. La transpiration empêche les feuilles de se développer à l'obscurité, parce que les substances minérales ne peuvent être absorbées en quantité suffisante par la plante ; le manque de substances protéiques ne jouerait un grand rôle (1), car les feuilles étiolées qui restent petites à l'obscurité (Fève), sont plus riches en substances albuminoïdes que les feuilles vertes, tandis que les feuilles qui prennent des grandes dimensions (Graminées), sont plus pauvres en substances albuminoïdes.

(1) W. Palladine : *Eiweissgehalt d. grünen und etiolirten Blättter*, Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft, IX, 1891.

Il n'en serait pas de même pour les hydrates de carbone. M. Palladine (1) a montré, en effet, que les feuilles de Fève qui restent petites à l'obscurité sont plus pauvres en hydrates de carbone que les feuilles de Graminées, qui, comme on le sait, atteignent à l'obscurité à peu près la même surface qu'à la lumière.

Enfin, M. Frank (2) soutient que l'explication de la forme des plantes étiolées ne doit être cherchée dans l'absence des substances nutritives nécessaires à la croissance, car, dit-il, les plantes qui ont à leur disposition des substances plastiques (réserves des graines, des tubercules, etc.), présentent, à l'obscurité, des phénomènes d'étiolement. L'action de la lumière sur la croissance est, d'après lui, directe et locale; quand une partie de tige ou de feuille est exposée à l'obscurité, cette partie acquiert tous les caractères de l'étiolement. M. Frank dit avoir répété l'expérience de Sachs avec le *Cucurbita Pepo ;* il a constaté que les feuilles qui se trouvaient sur la portion de tige placée à l'obscurité, avaient tous les caractères des feuilles étiolées, y compris la petitesse de ces organes. Ce botaniste n'admet donc pas que la lumière ait une influence indirecte sur la tige et les feuilles ; il ne l'admet que pour les racines, les fleurs et les fruits.

Si l'opinion de M. Frank est exacte, il faut que, dans l'expérience de Sachs, la portion de tige qui se trouve soustraite à l'action de la lumière, et les feuilles qui se forment sur cette portion de tige, ne diffèrent en rien des organes correspondants des plantes placées entièrement à l'obscurité.

Les expériences qui suivent ont pour but de rechercher ce qu'il en est à cet égard.

1. **Atriplex hortensis** (Arroche rouge).

Une quinzaine de pieds de cette espèce ont été cultivés dès la graine; après un mois de culture en pleine lumière, j'ai choisi trois individus aussi semblables que possible, et je les ai mis en expérience. Chaque pied portait neuf feuilles bien développées; j'ai coupé tous les bourgeons axillaires et les rameaux, quand la plante en avait, ainsi que les deux dernières feuilles formées au-

(1) W. Palladine : *Revue générale de Botanique*, 1893, p. 449.
(2) Frank : *Lehrbuch der Botanik*, t. I, 1892, p. 395.

dessous du bourgeon terminal de la tige principale. Des trois pieds ainsi préparés, j'en ai mis un entièrement à l'obscurité, j'ai laissé un autre complètement à la lumière, tandis que j'ai introduit le bourgeon terminal du troisième pied dans la caisse noire décrite plus haut, en laissant tout le reste de la plante, avec ses sept feuilles, à la lumière.

L'expérience a duré douze jours seulement; au bout de ce temps, les trois individus présentaient les caractères suivants :

1° *Plante totalement éclairée.* — La plante avait produit six

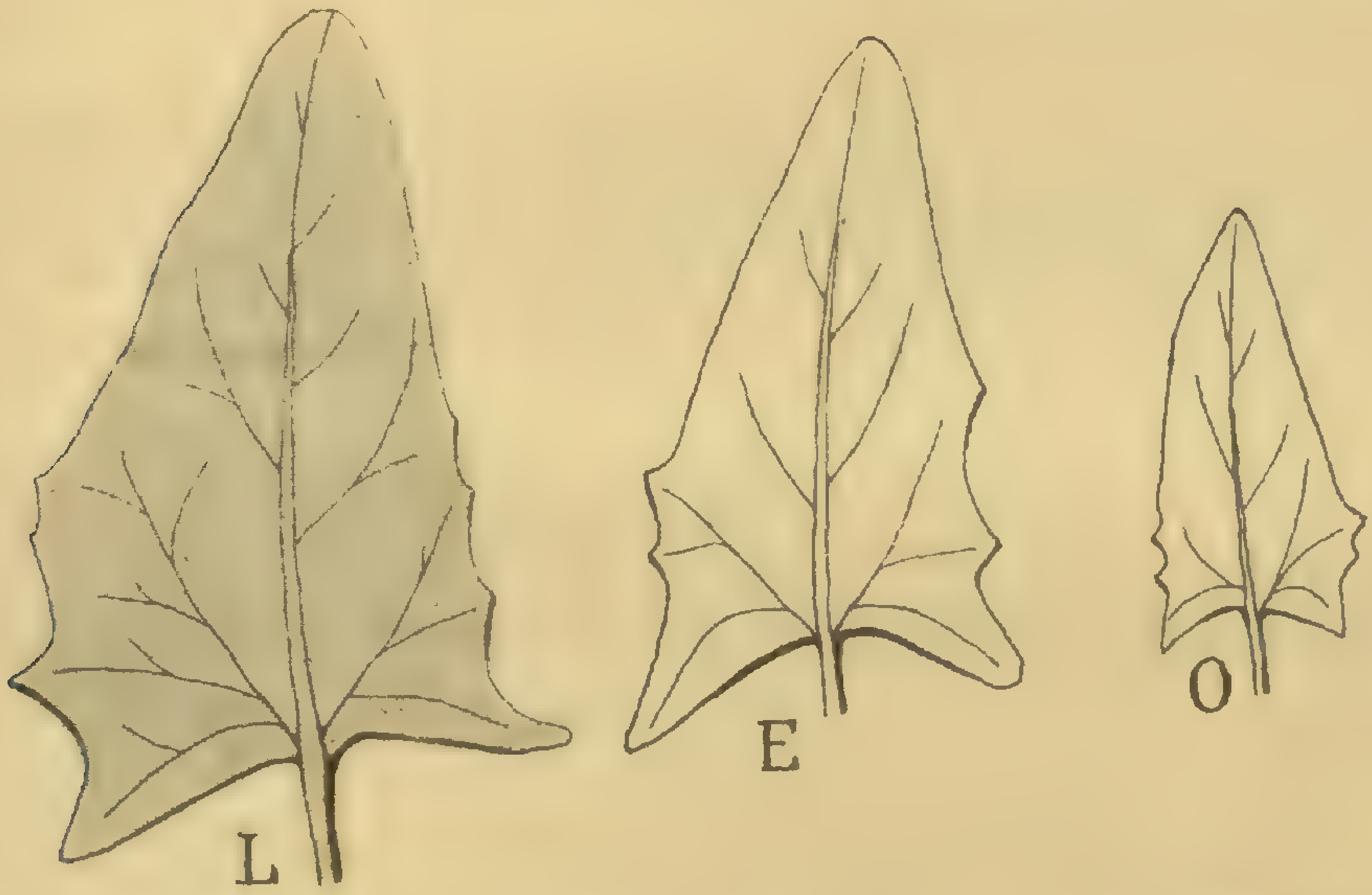


Fig. 83. — *Atriplex hortensis.* Aspects d'une feuille : L, de la plante éclairée totalement ; E, de la plante éclairée partiellemeet ; O, de la plante placée entièrement à l'obscurité.

nouvelles feuilles; à l'aisselle de presque toutes ces feuilles, il y avait une branche plus ou moins longue. Il n'y avait pas encore de fleurs. La feuille la plus inférieure, parmi celles nouvellement formées sur la tige principale (fig. 83, L), avait une surface de 1283 millimètres carrés. Toutes les feuilles étaient très rouges.

2° *Plante éclairée partiellement.* — Le pied dont la base seulement était éclairée a formé au bout du même temps, sur sa partie développée dans la caisse noire, six feuilles, avec de petites branches à leur aisselle; ces branches ne portaient pas encore de fleurs. La feuille la plus âgée (fig. 83, E) avait une surface moindre que la feuille correspondante du pied, qui était exposé totalement à la lumière; sa surface était de 823 millimètres carrés. Toutes les

feuilles formées sur la partie de la tige introduite dans la caisse obscure, étaient d'un rose très pâle.

3° *Plante placée à l'obscurité.* — Sur la plante qui a été laissée entièrement dans l'obscurité, il ne s'est formé que trois feuilles; une quatrième commençait à peine à sortir. Toutes ces feuilles étaient très petites; c'est ainsi que la plus grande (fig. 83, O) n'avait que 291 millimètres carrés de surface. Quant aux feuilles bien développées que portait la plante au moment de la mise en expérience, elles ont jauni d'abord; ensuite, elles se sont recroquevillées et desséchées.

En définitive, si l'on compare les feuilles qui se sont développées dans les conditions mentionnées, on constate que, dans le deuxième cas (éclairement partiel), la surface du limbe est beaucoup plus grande que dans le troisième. C'est ainsi que, chez la plante partiellement éclairée, la feuille a deux tiers de la surface de la feuille qui s'est développée à la lumière, tandis que chez la plante placée complètement dans l'obscurité cette même surface est cinq fois plus petite.

L'examen de la figure 83, qui représente les feuilles les premières formées pendant l'expérience, montre, encore mieux que des chiffres, les résultats obtenus.

J'ai répété la même expérience plusieurs fois ; les résultats ont été toujours les mêmes, quant au nombre et à la surface des feuilles.

On voit donc qu'une feuille peut non seulement se former à l'obscurité, mais encore accroître considérablement sa surface, pourvu qu'elle puisse recevoir des substances nutritives. Elle n'a donc pas besoin de former elle même les matériaux nécessaires à son développement. Si, dans ces conditions, la feuille ne peut pas acquérir la même surface qu'une feuille qui se développe à la lumière, c'est, je crois, que la quantité de substances nutritives qu'elle reçoit n'est jamais suffisante.

Voyons maintenant si, au point de vue de la structure, on trouve des différences entre les trois sortes de feuilles, formées dans les conditions indiquées.

L'épaisseur de la feuille a été :

1° Chez la plante placée complètement à la lumière de 22 μ.
2° Chez la plante éclairée partiellement de. . . . . . 15 μ.
3° Chez la plante laissée entièrement à l'obscurité de 12 μ.

Ainsi entre l'épaisseur d'une feuille de la plante laissée complètement à l'obscurité et une feuille produite à l'obscurité d'une plante dont la base est à la lumière, il existe une différence assez faible. La différenciation des tissus palissadique et lacuneux est presque tout aussi peu avancée dans un cas que dans l'autre.

Tandis que les différences sont faibles entre les mésophylles, il n'en est pas de même pour le tissu conducteur. Sur les coupes transversales faites au milieu de la longueur de la nervure médiane, on peut compter à peu près deux fois autant de vaisseaux dans la plante éclairée partiellement que dans celle laissée complètement à l'obscurité. Il en est de même pour le développement du collenchyme de la nervure principale.

J'ai dit plus haut que la culture a été de courte durée, 12 à 14 jours seulement ; au bout de ce temps, la plante qui se trouve placée entièrement à l'obscurité commence à souffrir et périt. Dans quelques-unes de mes expériences j'ai laissé continuer la culture après ce délai. La plante placée entièrement à l'obscurité commençait à se dessécher au bout de 15 à 16 jours ; au contraire, l'individu partiellement éclairé était encore bien portant, aussi bien dans la région vivant à l'obscurité, que dans sa partie inférieure, éclairée. A l'intérieur de la caisse noire, la plante avait fleuri au bout d'un mois et portait à peu près le même nombre de feuilles que la partie comparable de l'individu laissé complètement à la lumière ; seulement dans ce dernier cas les feuilles étaient plus grandes, comme celles que nous avons vues précédemment.

2. **Faba vulgaris** (Fève).

J'ai fait plusieurs expériences avec cette espèce ; j'en décris une seule.

Parmi plusieurs individus qui avaient poussé dans des pots et à la lumière, j'en ai choisi trois qui avaient atteint le même développement. Chacun d'eux portait dix feuilles et pas encore de fleurs, mais seulement de tout petits boutons. J'ai coupé sur chaque plant les quatre dernières feuilles formées avec les boutons floraux et j'ai laissé seulement les six feuilles inférieures et le bourgeon terminal de la tige ; ce bourgeon était formé de quelques feuilles très petites, entre lesquelles on voyait, quand on les

écartait, de tout petits boutons floraux. J'ai supprimé aussi les branches latérales, partout où il y en avait. Les trois individus ainsi préparés sont mis en expérience de la même manière que pour l'espèce précédente.

Fig. 84. — *Faba vulgaris*. Aspects d'une feuille : L, de la plante éclairée totalement ; E, de la plante éclairée partiellement ; O, de la plante placée entièrement à l'obscurité.

Au bout de huit jours on observe les faits suivants :

1° *Plante totalement éclairée* (fig. 84, L). — L'individu a produit six nouvelles feuilles, à l'aisselle desquelles il y a des grappes chargées de nombreuses fleurs bien développées. La première

feuille formée, depuis le commencement de l'expérience, a les dimensions suivantes :

Surface totale	7.122 mill. carrés.
Longueur d'une foliole basilaire.	70 millimètres.
Largeur d'une foliole basilaire . .	35 »
Longueur du pétiole.	75 »

Fig. 85. — *Faba vulgaris*. Coupe transversale d'une feuille de la plante laissée complètement à la lumière ; *ep.s.*, épiderme supérieur ; *p*, parenchyme palissadique ; *l*, parenchyme lacuneux ; *ep.i*, épiderme inférieur.

Enfin les fleurs complètement ouvertes ont, en moyenne, 32 millimètres de longueur.

2° *Plante éclairée partiellement* (fig. 84, E). — La plante dont la base seulement a été laissée à la lumière, a formé, dans sa partie qui s'est trouvée à l'obscurité, cinq feuilles bien développées. A

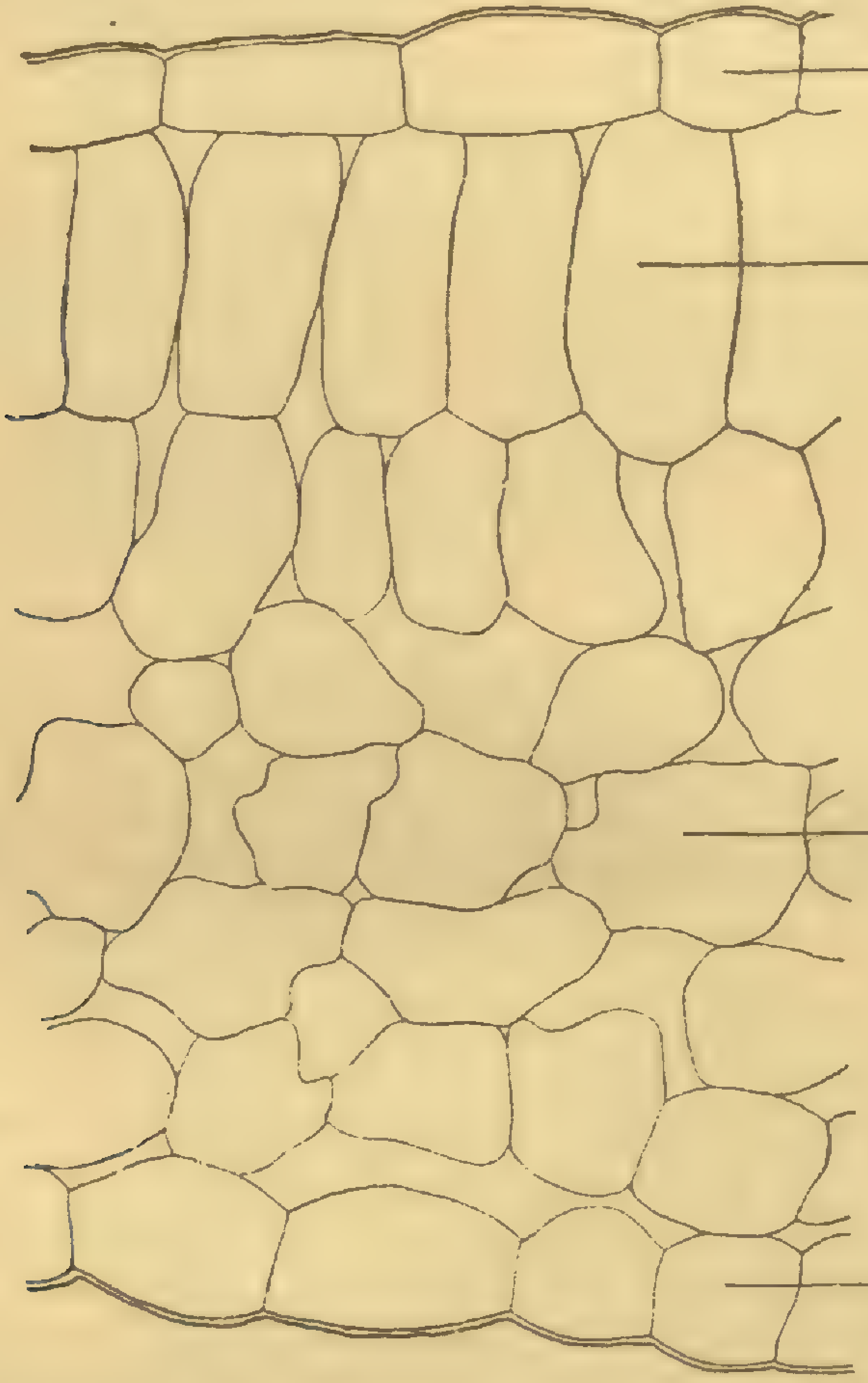


Fig. 86. — *Faba vulgaris*. Coupe transversale d'une feuille développée à l'obscurité sur la plante partiellement éclairée ; *ep.s.*, épiderme supérieur ; *p*, parenchyme palissadique ; *l*, parenchyme lacuneux ; *ep.i.*, épiderme inférieur.

l'aisselle de ces feuilles, il y a des grappes chargées de fleurs en moins grand nombre que dans le cas précédent ; dans chaque grappe il y a, en effet, des fleurs bien développées, mélangées de fleurs plus ou moins avortées. Les dimensions de la feuille la plus âgée sont :

Surface totale	3.016	mill. carrés.
Longueur d'une foliole basilaire .	52	millimètres.
Largeur d'une foliole basilaire . .	24	»
Longueur du pétiole	105	»

Les fleurs les plus développées sont, en général, un peu plus petites que celles formées sur la plante complètement éclairée; elles ont environ 28 millimètres de longeur.

3° *Plante placée complètement à l'obscurité* (fig. 84, O).— Le bourgeon terminal s'est peu développé et a donné naissance à trois feuilles seulement, qui sont toutes très petites, beaucoup plus petites que les feuilles comparables, développées sur la plante partiellement éclairée. Voici d'ailleurs les dimensions de la plus grande feuille :

Surface totale	494 mill. carrés.
Longueur d'une foliole basilaire . .	34 millimètres.
Largeur d'une foliole basilaire. . .	18 »
Longueur du pétiole	80 »

La plante n'a pas produit des fleurs; les boutons floraux, qui se trouvaient à l'aisselle des feuilles, ont avorté.

Par conséquent, la plante partiellement éclairée a produit, sur sa partie développée à l'obscurité, non seulement un plus grand nombre de feuilles, mais encore des feuilles beaucoup plus grandes que la plante laissée complètement à l'obscurité. Tandis que la surface totale des folioles d'une feuille de la première plante était moitié moins grande que la surface de la feuille formée à la lumière, celle de la plante cultivée complètement à l'obscurité avait une surface quinze fois plus petite. L'expérience, répétée un grand nombre de fois, m'a donné toujours les mêmes résultats.

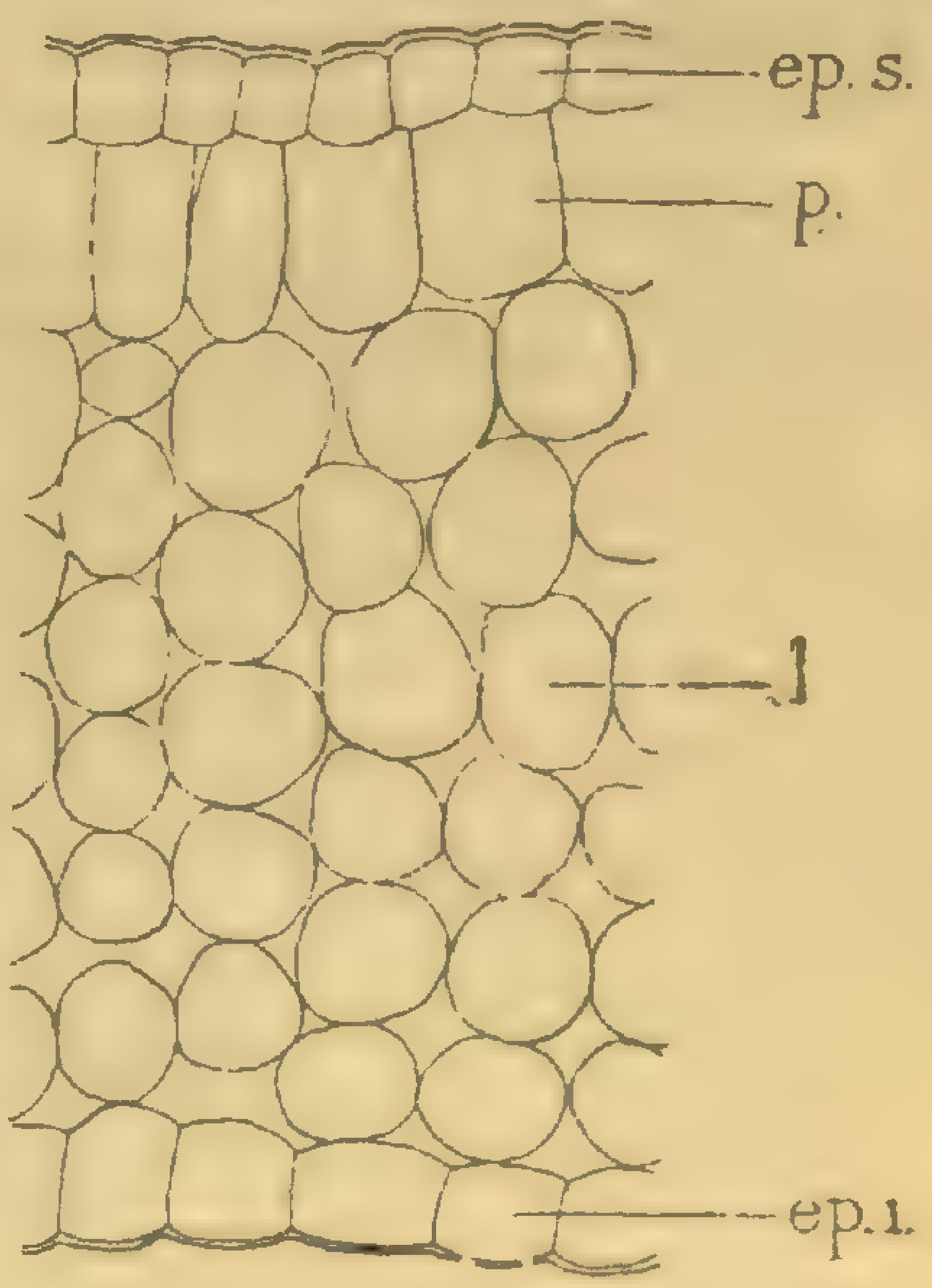


Fig. 87.— *Faba vulgaris*. Coupe transversale d'une feuille de la plante placée complètement à l'obscurité : *ep.s.*, épiderme supérieur ; *p*, parenchyme palissadique ; *l*, parenchyme lacuneux ; *ep.i.*, épiderme inférieur.

Comme pour l'espèce précédente, la plante, qui se trouve entièrement à l'obscurité, périt au bout d'un temps relativement court, 12 à 15 jours, tandis que la plante éclairée partiellement continue à vivre très longtemps, jusqu'à 40 jours, par exemple; elle

aurait encore vécu plus longtemps si je n'avais mis fin à l'expérience.

Si nous passons maintenant à la structure de la feuille, nous trouvons, quant aux dimensions des différentes régions du mésophylle et au nombre des stomates par unité de surface, les nombres consignés ci-dessous :

	ÉPAISSEUR TOTALE DE LA FEUILLE	ÉPAISSEUR de L'ASSISE PALISSADIQUE	ÉPAISSEUR du TISSU LACUNEUX	NOMBRE DES STOMATES par unité de surface
Plante totalement éclairée.	473 μ	99 μ	266 μ	10
Plante éclairée partiellement.	308 μ	66 μ	165 μ	13
Plante placée entièrement à l'obscurité.	209 μ	33 μ	111 μ	18

Ainsi les feuilles des plantes partiellement éclairées sont non seulement beaucoup plus grandes que celles des plantes placées complètement à l'obscurité, mais encore elles sont plus épaisses et ont des tissus mieux différenciés : les parenchymes palissadique et spongieux ont pris un développement plus grand chez les plantes éclairées partiellement que chez les autres qui restent entièrement à l'obscurité. A ce point de vue les différences sont bien plus grandes pour la Fève que pour l'espèce précédemment décrite.

Fig. 88. — *Faba vulgaris*. Épiderme inférieur d'une feuille placée complètement à la lumière.

Si l'on observe l'épiderme de face (l'épiderme inférieur, par exemple), on constate des différences assez grandes (fig. 88, 89, 90). Les contours des cellules épidermiques sont, chez les plantes éclairées partiellement, à contour presque aussi sinueux, que chez les plantes cultivées à la lumière, tandis que chez les individus placés

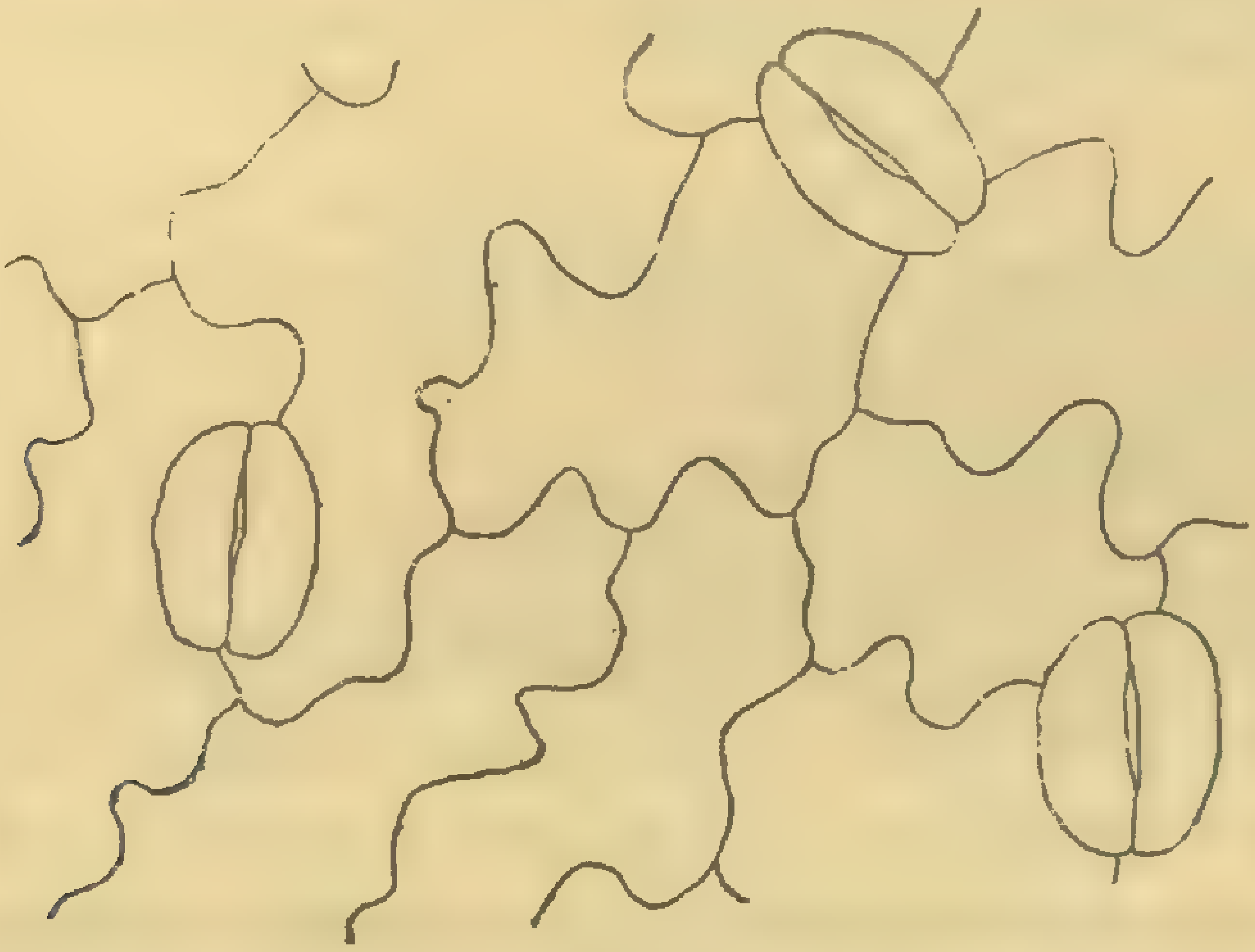


Fig. 89. — *Faba vulgaris.* Épiderme inférieur d'une feuille développée à l'obscurité sur la plante partiellement éclairée.

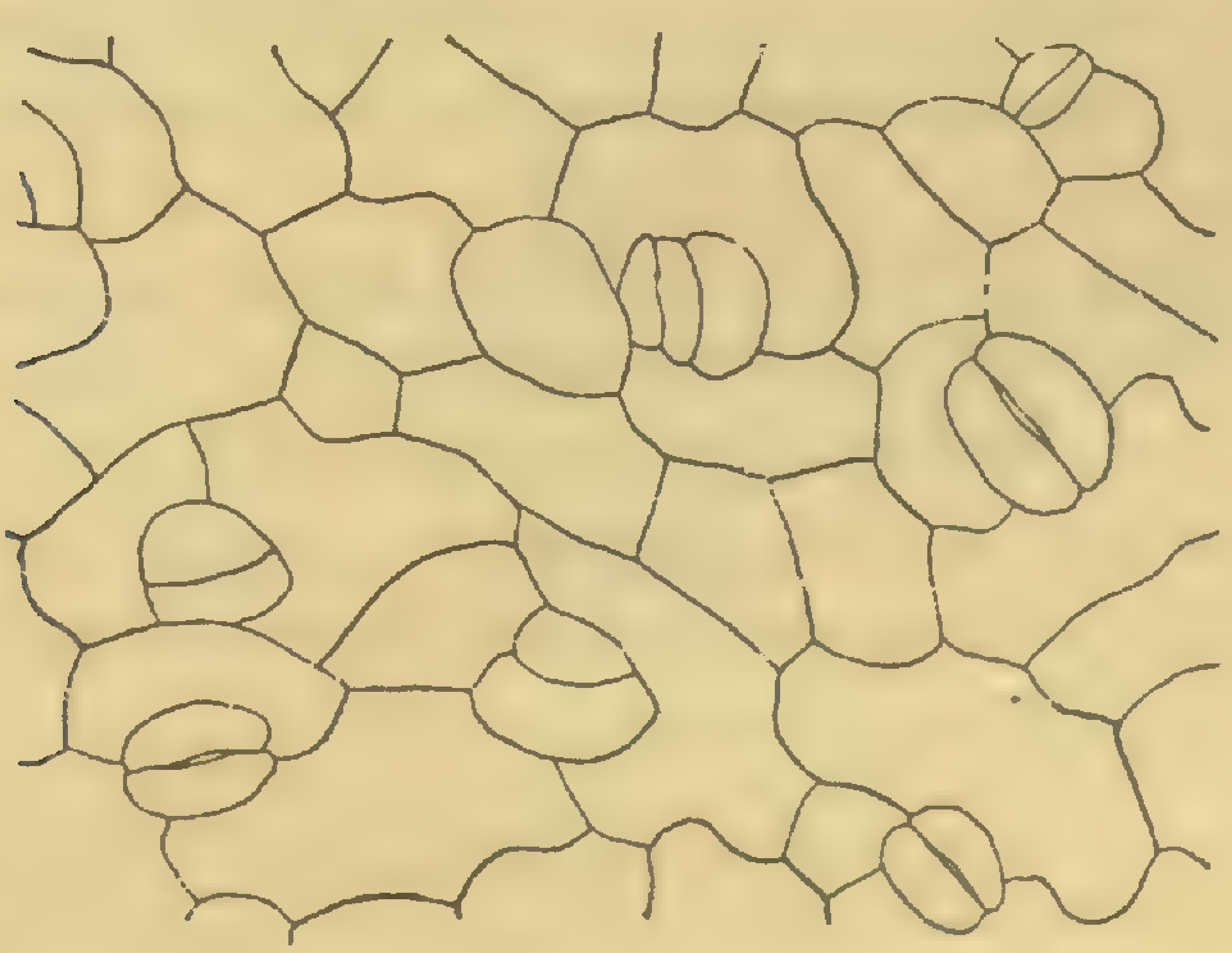


Fig. 90. — *Faba vulgaris.* Épiderme inférieur d'une feuille de la plante placée entièrement à l'obscurité.

complètement à l'obscurité, les parois latérales des cellules épidermiques sont très peu onduleuses, ce qui montre un état moins avancé de développement. Cet état moins avancé est encore indiqué par le nombre des stomates par unité de surface, comme on peut le voir par le tableau précédent. Les cellules étant, en effet, moins

grandes à l'obscurité, les stomates sont plus rapprochés les uns des autres et par suite plus nombreux par unité de surface. Les dimensions de ces stomates sont les suivantes :

1° Plante complètement éclairée.	long. des stomates	43 μ
	largeur » »	27 μ
2° Plante partiellement éclairée.	long. des stomates	40 μ
	largeur » »	27 μ
3° Plante placée entièrement à l'obscurité.	long. des stomates	27 μ
	largeur » »	21 μ

3. **Helianthus tuberosus** (Topinambour).

La durée de culture pour cette espèce a été relativement beaucoup plus longue que pour les espèces précédentes (29 jours); cela tient à ce que la plante, que j'ai placée complètement à l'obscurité, a pu vivre dans ces conditions, plus longtemps, sans souffrir.

Après que j'ai eu supprimé les feuilles terminales, chacun des trois individus mis en expérience avait huit feuilles. Au bout de 29 jours de végétation, ces trois individus, placés dans les mêmes conditions que pour les espèces précédentes, présentent les caractères suivants :

Le bourgeon terminal de la plante laissée entièrement à la lumière a donné naissance à 12 feuilles adultes. La partie développée pendant les 29 jours d'expérience a l'aspect représenté dans la figure 91, L. Les mesures prises sur les quatre feuilles les plus âgées fournissent, comme surfaces des limbes et comme longueurs des pétioles, les nombres suivants :

1re feuille (inférieure). .	surface du limbe. .	6300 mill. carrés.
	longueur du pétiole.	12 millimètr.
2e feuille.	surface du limbe. .	6213 mill. carrés.
	longueur du pétiole.	11 millimètr.
3e feuille.	surface du limbe. .	6105 mill. carrés.
	longueur du pétiole.	11 millimètr.
4e feuille.	surface du limbe. .	5980 mill. carrés.
	longueur du pétiole.	10 millimètr.

La plante dont la base seulement a été exposée à la lumière

pendant l'expérience a produit, dans la caisse noire, à peu près le même nombre de feuilles que l'individu précédent. Son bourgeon terminal a donné naissance à 11 feuilles, qui sont plus petites que les feuilles développées à la lumière (fig. 91, E). Les dimensions du limbe et du pétiole des quatre feuilles les plus âgées sont :

1re feuille (inférieure). .	surface du limbe. .	1096 mill. carrés,
	longueur du pétiole.	52 millimètr.
2e feuille.	surface du limbe. .	1103 mill. carrés.
	longueur du pétiole.	57 millimètr.
3e feuille.	surface du limbe. .	1100 mill. carrés.
	longueur du pétiole.	50 millimètr.
4e feuille.	surface du limbe. .	1075 mill. carrés.
	longueur du pétiole.	51 millimètr.

Si nous considérons maintenant la plante qui a été placée complètement à l'obscurité, on observe que le bourgeon terminal s'est beaucoup moins développé que celui de la plante partiellement éclairée. Il a donné naissance à quatre feuilles seulement, dont la dernière formée est, relativement aux autres, très petite (fig. 91, O). Les mesures prises sur ces feuilles sont consignées ci-dessous :

1re feuille (inférieure). .	surface du limbe. .	123 mill. carrés.
	longueur du pétiole.	13 millimètr.
2e feuille.	surface du limbe. .	136 mill. carrés.
	longueur du pétiole.	11 millimètr.
3e feuille.	surface du limbe. .	126 mill. carrés.
	longueur du pétiole.	10 millimètr.
4e feuille.	surface du limbe. .	96 mill. carrés.
	longueur du pétiole.	5 millimètr.

Par conséquent, chez cette espèce, comme chez les espèces précédemment décrites, les feuilles présentent des limbes bien plus grands quand la plante est partiellement éclairée, que quand elle se trouve complètement à l'obscurité. Dans le premier cas le limbe est six fois plus petit que celui d'une feuille formée à la lumière, tandis que dans le second cas il est 52 fois plus petit.

Des différences analogues existent, entre les feuilles formées

dans les conditions mentionnées, quant à leur épaisseur, comme on peut le voir par les nombres suivants :

1° Plante complètement éclairée . . .	épaisseur de la feuille. . . .	237 μ.
	épaisseur de l'assise palissadique externe	54 μ.
2° Plante partiellement éclairée. . . .	épaisseur de la feuille. . . .	170 μ.
	épaisseur de l'assise palissadique externe	40 μ.
3° Plante entièrement à l'obscurité . .	épaisseur de la feuille. . . .	113 μ.
	épaisseur de l'assise palissadique externe	24 μ.

Fig. 91. — *Helianthus tuberosus*. Aspects du sommet de la tige développée durant l'expérience (29 jours) : O, de la plante mise entièrement à l'obscurité ; E, de la plante éclairée partiellement ; L, de la plante placée complètement à la lumière.

Ainsi donc, chez la plante partiellement éclairée, les feuilles formées à l'obscurité, mais qui reçoivent des matériaux nutritifs élaborés par les feuilles basilaires, exposées à la lumière, se développent bien mieux que les feuilles des plantes laissées complètement à l'obscurité.

Parmi les plantes que j'ai cultivées, soumises aux mêmes expé-

riences, et qui se comportent comme les espèces précédentes, je citerai : *Lupinus albus*, *Solanum tuberosum*, *Cannabis sativa*.

Je passe maintenant à une autre catégorie de plantes, les plantes volubiles et grimpantes.

Pour les espèces que j'ai étudiées (*Humulus Lupulus*, *Phaseolus multiflorus*, *Cucurbita Pepo*), je n'ai jamais pu observer une différence dans la grandeur des feuilles des plantes partiellement éclairées et celles des plantes placées complètement à l'obscurité. Dans toutes les expériences que j'ai faites avec ces espèces, les individus étaient toujours assez âgés et portaient un nombre variable de feuilles, avant de commencer l'expérience. D'après Sachs, plus le nombre des feuilles laissées à la lumière, chez la plante partiellement éclairée, est considérable, plus les feuilles formées, sur la partie qui se développe à l'obscurité, sont grandes. Aussi j'ai fait des expériences d'abord avec des plantes jeunes ayant 4 ou 5 feuilles seulement, et j'ai répété ensuite les cultures avec des individus portant un nombre de plus en plus grand de feuilles. Dans tous les cas le résultat a été toujours le même, c'est-à-dire que les feuilles formées à l'obscurité, sur la plante partiellement éclairée, avaient approximativement la même surface que les feuilles formées sur des individus exposés entièrement à l'obscurité ; j'ai constaté cela non seulement avec le Houblon et le Haricot volubile, mais encore avec la Courge, plante sur laquelle a expérimenté plus spécialement Sachs. A ce point de vue je suis donc arrivé au même résultat que M. Frank (1), qui a répété l'expérience de Sachs sur la Courge, sans obtenir le même résultat que ce dernier botaniste.

J'avais cru d'abord pouvoir expliquer ces résultats obtenus avec les plantes grimpantes et volubiles de la manière suivante. On sait que d'une façon générale les entrenœuds des tiges s'allongent beaucoup plus à l'obscurité qu'à la lumière. Mais Sachs (2) a fait connaître que pour les plantes volubiles et grimpantes une telle différence n'existe presque pas (*Dioscorea Batatas*, *Humulus Lupulus*). Les entrenœuds s'allongent presqu'autant quand la tige

(1) Frank : *loco cit.*

(2) Sachs : *Ueber d. Einfluss des Tageslichtes auf Neubildung und Entfaltung verschiedener Pflanzenorgane* (Bot. Zeit. 1864), in Gesammelte Abh. über Pflanzenphysiologie, t. I, p. 203.

est éclairée, que quand elle ne l'est pas. On remarque que dans ce type de plantes les feuilles restent longtemps très petites, et qu'elles ne commencent à s'accroître notablement que quand la tige a terminé son accroissement en longueur. Par suite, pendant un temps assez long, sur les entrenœuds en voie de croissance les feuilles doivent rester petites, aussi bien pour la tige à la lumière que pour la tige à l'obscurité.

Or, comme les cultures que j'ai faites ne duraient pas, en général, longtemps (10 à 14 jours), parce que la plante placée entièrement à l'obscurité ne peut pas résister, on pourrait supposer que la différence insignifiante entre la grandeur des feuilles était due à la courte durée de l'expérience. Pour voir si cette supposition est exacte, j'ai laissé continuer l'expérience, après la mort de la plante exposée complètement à l'obscurité. J'ai constaté alors que les feuilles de la plante entièrement éclairée sont devenues, au bout d'un certain temps, très grandes, tandis que celles formées à l'intérieur de la caisse noire, sur la plante partiellement éclairée, sont restées très petites.

L'explication n'est donc pas suffisante.

Je note par conséquent le résultat obtenu pour les plantes volubiles et grimpantes, sans pouvoir l'expliquer.

En résumé, en cultivant des plantes dans les conditions mentionnées, c'est-à-dire en laissant un individu complètement à la lumière, un autre totalement à l'obscurité et plaçant un troisième de manière que la partie inférieure de la tige reste éclairée, tandis que l'extrémité est soustraite à l'action de la lumière, on constate, quant aux feuilles, les faits suivants :

1° Les feuilles nées sur la partie placée à l'obscurité d'une plante dont les feuilles basilaires sont éclairées, et qui, par conséquent, peuvent élaborer des substances plastiques, sont, abstraction faite des plantes volubiles et des plantes grimpantes, beaucoup plus grandes que les feuilles d'un individu de la même plante exposée entièrement à l'obscurité. Dans le premier cas elles peuvent atteindre quelquefois les deux tiers de la surface des feuilles formées sur une plante laissée complètement à la lumière ; dans le second elles restent beaucoup plus petites; pour l'*Atriplex hortensis* j'ai constaté que leur surface était cinq fois plus petite ; pour le *Faba vulgaris* cette surface était quinze fois moins grande et pour

l'*Helianthus tuberosus* elle était environ 50 fois moins grande que la surface de la feuille formée à la lumière.

2° L'épaisseur des feuilles, de même que celle du parenchyme palissadique est quelquefois une fois et demie plus grande chez les plantes partiellement éclairées, que chez celles placées totalement à l'obscurité. L'état peu avancé du développement des feuilles dans ce dernier cas, se décèle encore en observant la forme des cellules épidermiques vues de face, et le nombre des stomates par unité de surface. Dans les feuilles des plantes partiellement éclairées, ces cellules présentent des contours très sinueux, quelquefois presque aussi sinueux qu'à la lumière (Fève), tandis que chez la plante placée complètement à l'obscurité les parois latérales des cellules épidermiques sont presque dépourvues d'ondulations. Quoique le nombre total des stomates d'une feuille soit approximativement le même chez les trois individus, cultivées comme je l'ai dit, il en existe moins, par unité de surface, chez la plante partiellement éclairée, que chez celle placée complètement à l'obscurité, ce qui montre un état de développement moins avancé dans cette dernière plante. En outre les stomates sont plus petits dans ce dernier cas, que dans le premier.

Ainsi donc une feuille peut se développer, acquérir une grande surface et un certain degré de différenciation, quand elle se forme à l'obscurité, à condition de recevoir des substances plastiques, élaborées par d'autres feuilles vertes de la même plante, exposées à la lumière.

§ 2. Tige.

D'une façon générale les entrenœuds de la portion de tige formée dans la caisse noire, mais nourrie par le reste de la plante exposée à la lumière, sont beaucoup plus longs que ceux de l'individu placé entièrement à l'obscurité. Dans le premier cas, les entrenœuds s'allongent plus parce qu'ils peuvent utiliser les matériaux élaborés par les feuilles éclairées. Ce fait a été signalé par Sachs et je l'ai retrouvé dans toutes mes expériences.

Examinons maintenant la structure de la tige.

1. Chenopodium album.

L'expérience avec cette plante a duré 23 jours. L'état des trois

individus, au bout de ce temps, est le suivant. A l'obscurité, la plante a perdu toutes ses feuilles ; elle n'a pas fleuri, quoique, au moment de la mise en expérience, elle portait de petits boutons floraux ; l'individu éclairé partiellement a gardé ses feuilles dans sa partie soustraite à l'action de la lumière, et il a développé un très grand nombre de fleurs ; enfin la plante placée complètement à la lumière s'est développée normalement.

On sait que dans la tige des Chenopodiacées l'accroissement des faisceaux libéroligneux primaires aux dépens de l'assise génératrice normale est limité ; avant qu'il n'ait pris fin, l'assise la plus interne du péricycle, qui a toujours une épaisseur assez grande, cloisonne tangentiellement ses cellules et produit un anneau de méristème, qui donne des nouveaux faisceaux libéroligneux extérieurs aux premiers ; puis en dehors de cette première assise génératrice surnuméraire, qui fonctionne peu de temps, il s'en forme une deuxième, toujours dans le péricycle, et ainsi de suite. Voyons dans quel état sont les faisceaux libéroligneux dans la tige des trois plants cultivés comme je l'ai mentionné.

1° *Plante placée entièrement à l'obscurité* (Pl. 17, fig. 2). — Les faisceaux libéroligneux sont dans un état de développement peu avancé ; la couche génératrice normale est très épaisse ; elle est formée de séries radiales de 7 à 10 cellules méristématiques ; le faisceau libéroligneux non seulement n'a pas encore cessé de s'accroître, mais encore l'assise génératrice surnuméraire, qui doit se former dans le péricycle, avant l'arrêt du fonctionnement de l'assise génératrice normale, n'a pas commencé à s'établir ; le péricycle est composé de 4 à 5 assises de cellules à parois cellulosiques. De plus, les cellules éparses entre les vaisseaux, ainsi que celles qui forment les rayons médullaires, ont leurs parois à l'état cellulosique, aucune trace de lignification ne peut être décelée dans les parois de ces cellules.

2° *Plante partiellement éclairée* (Pl. 17, fig. 1). — Chez la plante dont la base seule est éclairée, les faisceaux libéroligneux primaires, de la partie soustraite à l'action de la lumière, présentent un autre aspect, comme on peut le voir en comparant les figures. En effet, l'assise génératrice libéroligneuse normale a presque cessé de fonctionner ; elle est donc beaucoup moins épaisse que dans le cas précédent, et elle ne contient, dans chaque série radiale, que tout au

plus trois cellules méristématiques non encore différenciées. Le nombre des vaisseaux du faisceau normal est beaucoup plus considérable que dans le cas précédent ; il en est de même de la surface du liber. Le bois et le liber des faisceaux primaires peuvent être considérés comme à peu près complètement différenciés. En outre, il s'est établi dans l'assise interne du péricycle, une assise génératrice libéroligneuse surnuméraire, qui se réunit latéralement, d'un seul côté seulement, avec la couche génératrice normale. En dehors des faisceaux libéroligneux normaux, la couche génératrice péricyclique n'a pas encore donné de bois ni de liber, mais seulement du parenchyme composé de cellules à parois fortement lignifiées ; les assises externes du péricycle sont également lignifiées. Il en est de même pour le parenchyme conjonctif intervasculaire et pour celui qui entoure les faisceaux libéroligneux.

3° Plante entièrement éclairée. — Dans la tige de la plante exposée complètement à la lumière, les faisceaux se présentent à peu près au même état de développement que dans celle de la plante précédente ; seulement la lignification est plus accentuée.

En résumé dans la plante qui est complètement soustraite à la lumière le développement et la différenciation sont beaucoup moindres que dans les deux autres ; la couche génératrice libéroligneuse normale a une partie méristématique plus épaisse : mais ceci même indique un état peu avancé de développement, puisque dans les Chenopodiacées cette couche cesse de fonctionner et qu'elle est remplacée par une assise péricyclique ; cette dernière assise, dans la plante placée entièrement à l'obscurité, ne décèle encore par aucun cloisonnement qu'elle deviendra génératrice. Les faisceaux du bois et les faisceaux du liber ont un développement moindre que dans les deux autres individus, et, en dehors des parois des vaisseaux, la lignification des cellules est nulle.

Quant à la portion de plante développée dans la caisse noire, mais nourrie par les feuilles inférieures éclairées, elle diffère peu par sa structure de la plante entièrement éclairée.

2. **Phaseolus multiflorus** (Haricot rouge d'Espagne)

Des plantes d'un mois et demi, cultivées dans des pots, ont été mises en expérience le 10 juin. Au bout de 12 jours elles présentent

les caractères suivants : dans l'obscurité la plante a développé cinq entrenœuds avec de très petites feuilles ; la plante partiellement éclairée a formé six nouveaux entrenœuds, et, comme je l'ai indiqué plus haut en parlant des plantes volubiles, des feuilles tout aussi petites que la plante précédente ; enfin, l'individu laissé entièrement à la lumière a produit six entrenœuds avec des feuilles normales, relativement grandes.

Au point de vue anatomique, on a observé les faits suivants :

1° *Plante placée entièrement à l'obscurité* (fig. 92, O). — Les faisceaux libéroligneux sont très peu développés ; seuls, les deux ou

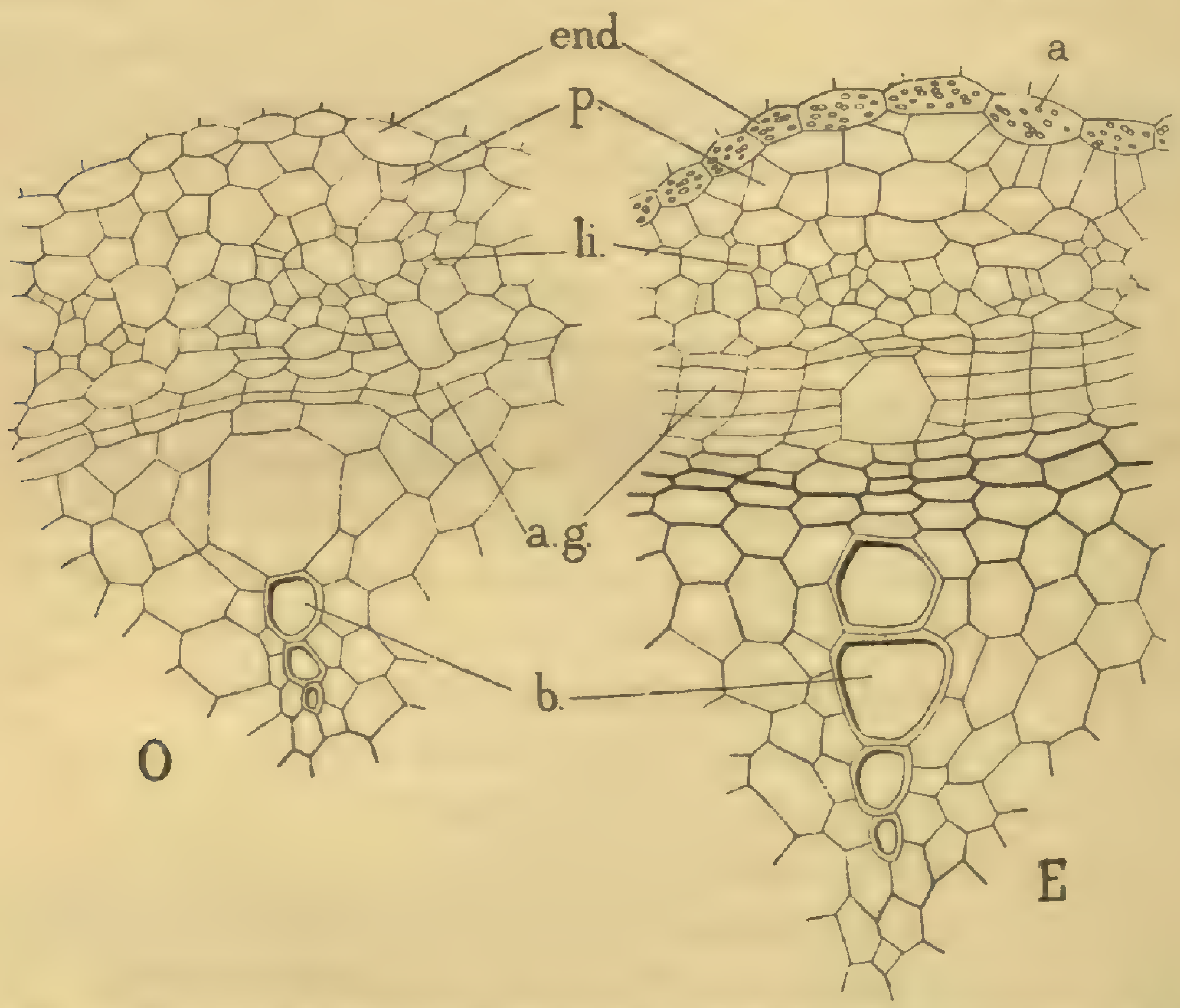


Fig. 92. — *Phaseolus multiflorus*. Portion d'une coupe transversale de la tige montrant un faisceau libéroligneux ; O, plante cultivée entièrement à l'obscurité : E, région comparable d'une plante partiellement éclairée : *end.*, endoderme ; *p.*, péricycle ; *li.*, liber ; *a-g* , assise génératrice libéroligneuse ; *b.*, bois ; *a.*, amidon.

trois vaisseaux primaires, formés les premiers et ne présentant qu'un diamètre petit, ont leurs parois lignifiées ; le dernier ou les deux derniers formés sont encore à l'état cellulosique et reconnaissables seulement à leur calibre très large. L'assise génératrice libéro-ligneuse se compose de séries radiales de deux à trois

cellules méristématiques; on n'observe aucune trace de lignification dans les parois du parenchyme vasculaire.

2° *Plante partiellement éclairée* (fig. 92, E). — Ici, on constate que le développement des faisceaux libéroligneux est bien plus avancé. En effet, la lignification existe non seulement chez les premiers vaisseaux primaires, à petit calibre, mais encore chez les deux ou trois derniers formés, qui sont très larges ; l'assise génératrice a produit une épaisse couche de parenchyme ligneux, composé de 5 à 6 assises de cellules, et a commencé à donner des vaisseaux secondaires ; en outre, l'assise génératrice est très épaisse et constituée par 5 à 6 assises de cellules méristématiques.

3° *Plante complètement éclairée.* — Dans la tige des plantes exposées à la lumière, les entrenœuds comparables présentent la même structure que dans la plante précédemment décrite, avec cette différence que les tissus sont un peu plus développés.

Somme toute, la plante partiellement éclairée se rapproche, par la structure de sa tige, beaucoup plus de la plante entièrement éclairée, que de celle placée totalement à l'obscurité.

Je trouve inutile de donner la description d'autres plantes ; je citerai seulement parmi les nombreuses espèces que j'ai cultivées, et dans lesquelles j'ai pu observer très bien les modifications de structures mentionnées, les suivantes : *Aster patulus*, *Humulus Lupulus*, *Lupinus albus*, *Solanum tuberosum*, *Faba vulgaris*, *Cannabis sativa*, *Atriplex hortensis*, *Helianthus tuberosus*. Les différences anatomiques entre les tiges des plantes placées totalement à l'obscurité et celles partiellement éclairées sont, bien entendu, d'autant plus grandes que l'expérience a pu être prolongée plus longtemps.

(A suivre).

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1894, 1895, 1896 ET 1897 *(Suite)*.

VIII. — OOMYCÈTES ABERRANTS.

A côté des Oomycètes dont le développement concorde avec celui des types déjà connus et permet de les faire rentrer plus ou moins facilement dans les cadres taxinomiques déjà établis, il en est, parmi les formes récemment étudiées, qui semblent constituer des types bien différents et pour lesquelles on devra soit élargir les cadres déjà existants, soit établir des compartiments nouveaux.

A cette catégorie appartient le curieux *Myrioblepharis paradoxa*, que M. THAXTER (1) a rencontré vivant en compagnie de divers *Monoblepharis*. Ce curieux Champignon avait été pris d'abord pour un Rotifère semblant fixé sur un sporange de *Pythium*. Mais M. Thaxter a pu suivre le développement de l'appareil sporifère. La fig. 93 donne l'aspect de la plante à un état moyen de développement. Les zoosporanges sont prolifères et au stade représenté on aperçoit trois sporanges successifs à différents états. Chacun d'eux fournit quatre zoospores volumineuses et ciliés sur toute la surface (fig. 93, *a*); le sporange le plus ancien a donné quatre spores qui sont sur le point de se détacher; les deux sporanges plus jeunes n'ont pas encore transformé en spores leur contenu. Il peut se former jusqu'à douze sporanges emboîtés.

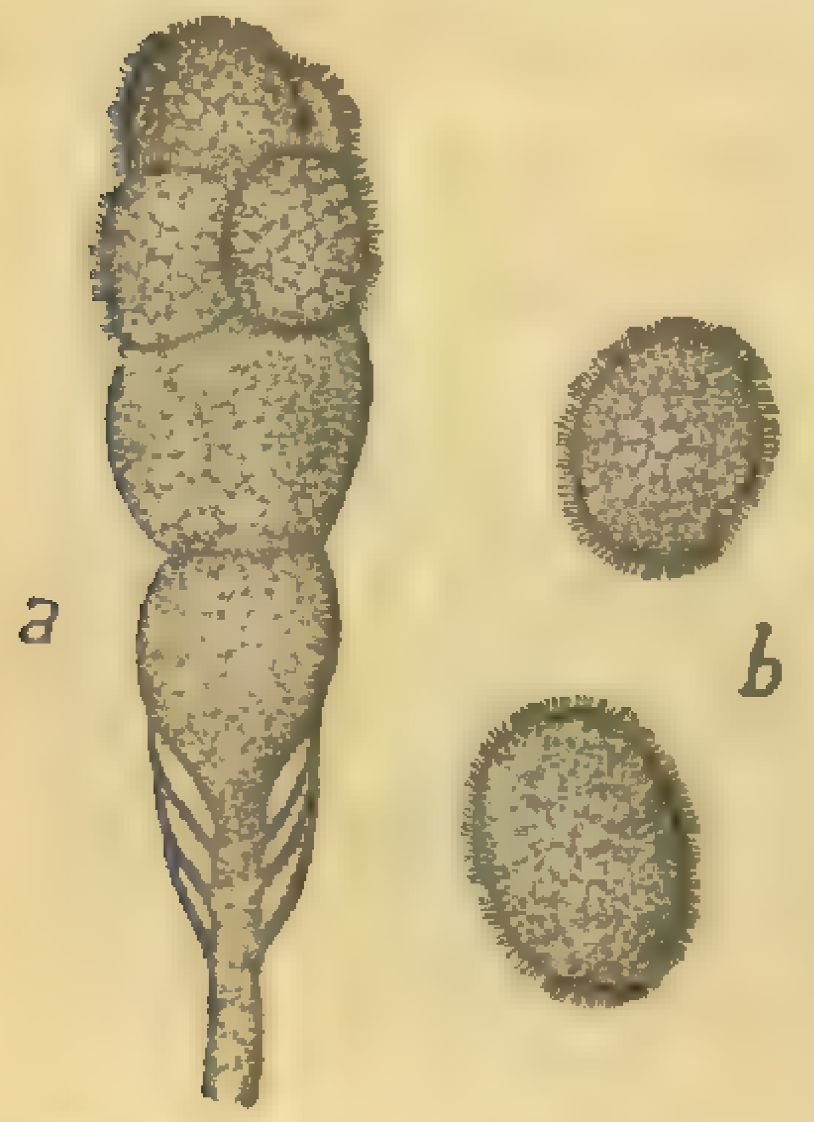


Fig. 93. — *Myrioblepharis paradoxa.*

Par leurs filaments délicats et grêles et leurs sporanges prolifères, les *Myrioblepharis* se rattachent aux *Pythium*; mais ils en diffèrent profondément, ainsi que de tous les autres Oomycètes, par leur seul mode de reproduction connu : des zoospores couvertes de nombreux cils vibratiles. L'auteur n'a pas

(1) Thaxter : *New or peculiar aquatic fungi. 2. Gonopodya and Myrioblepharis* (Bot. Gazette, vol. XX, 1895, p. 477).

observé de reproduction sexuée et n'a pas pu observer la germination des zoospores.

Ces zoospores n'ont d'homologues que les zoospores de *Vaucheria* parmi les Algues vertes. Elles suffisent pour faire considérer jusqu'à nouvel ordre les *Myrioblepharis* comme un type tout à fait particulier parmi les Champignons Oomycètes.

Dans le même ordre d'idées, M. Vuillemin (1) considère comme type nouveau, constituant une famille nouvelle, le *Microsporum vulgare* (2), organisme qui se trouve en abondance à la surface de la peau. La structure des cellules, la présence de vacuoles pulsatiles dans le cytoplasma, l'existence de pseudopodes rétractiles, le mode de formation des colonies, la conjugaison isogamique (dont l'auteur a observé divers stades), permettent de considérer ces êtres comme les homologues, parmi les Champignons, du groupe des Cénobiées parmi les Algues.

Cette famille des *Microsporées* Vuill. se rattache aux Cénobiées au même titre que les *Saprolegnia* aux Syphonées, les *Entomophthora* aux Conjuguées, les *Beggiatoa* aux Cyanophycées.

(1) Vuillemin : *Structure et affinités des Microsporum* (Bull. Soc. mycol., t. XI, 1895, p. 94).

(2) M. Bodin : (*Les teignes tondantes du Cheval et leurs inoculations humaines*, Paris, 1896), conteste l'assimilation du Champignon étudié par M. Vuillemin avec le parasite décrit par Grüby sous le nom de *Microsporum*. Il semble, en effet, que l'organisme étudié par M. Vuillemin n'ait aucun lien de parenté avec le *Microsporum Audouini*, mais l'intérêt, au point de vue de la systématique, du travail que nous analysons ici, n'en subsiste pas moins.

(*A suivre*). L. Matruchot.

425 — Lille Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

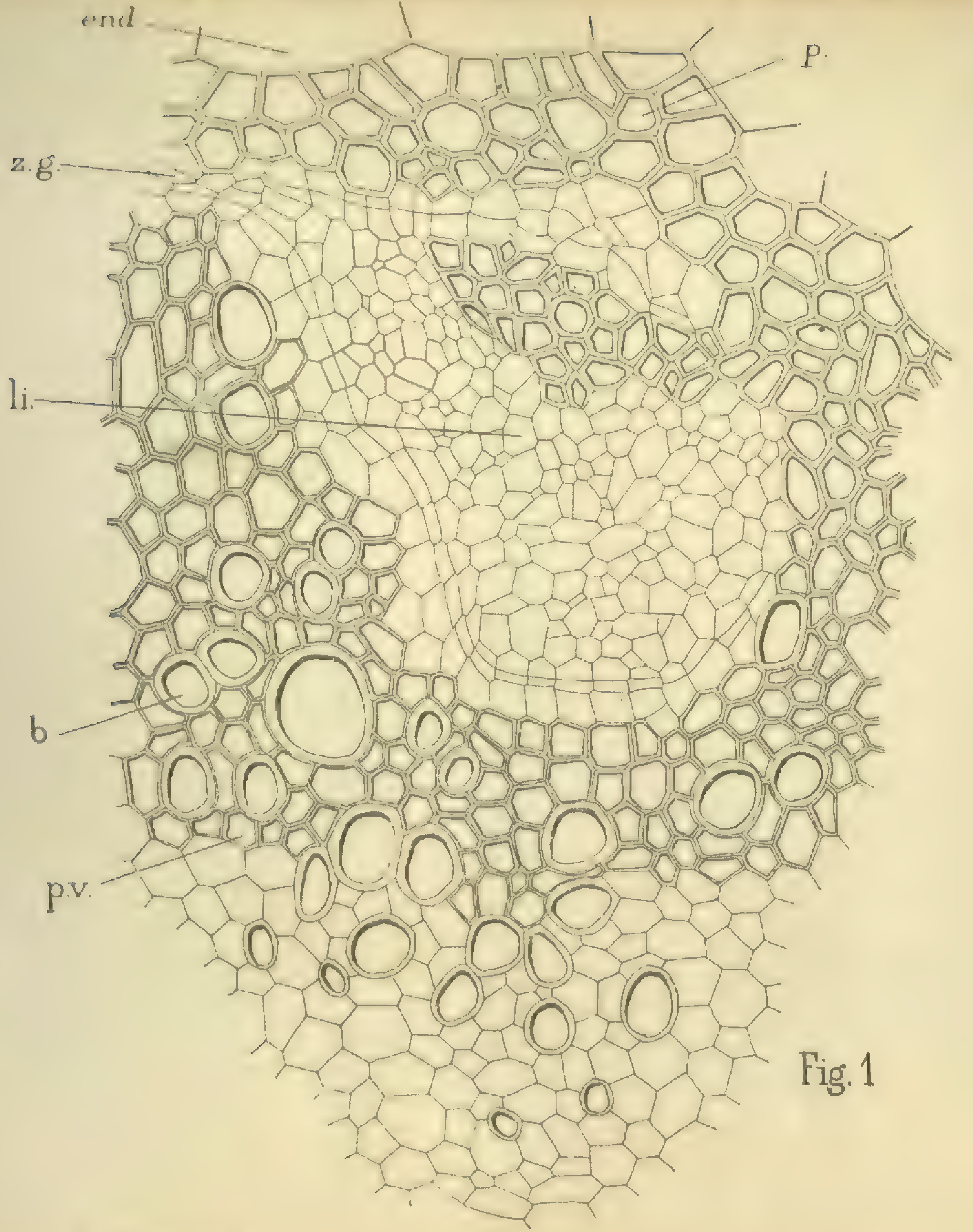


Fig. 1

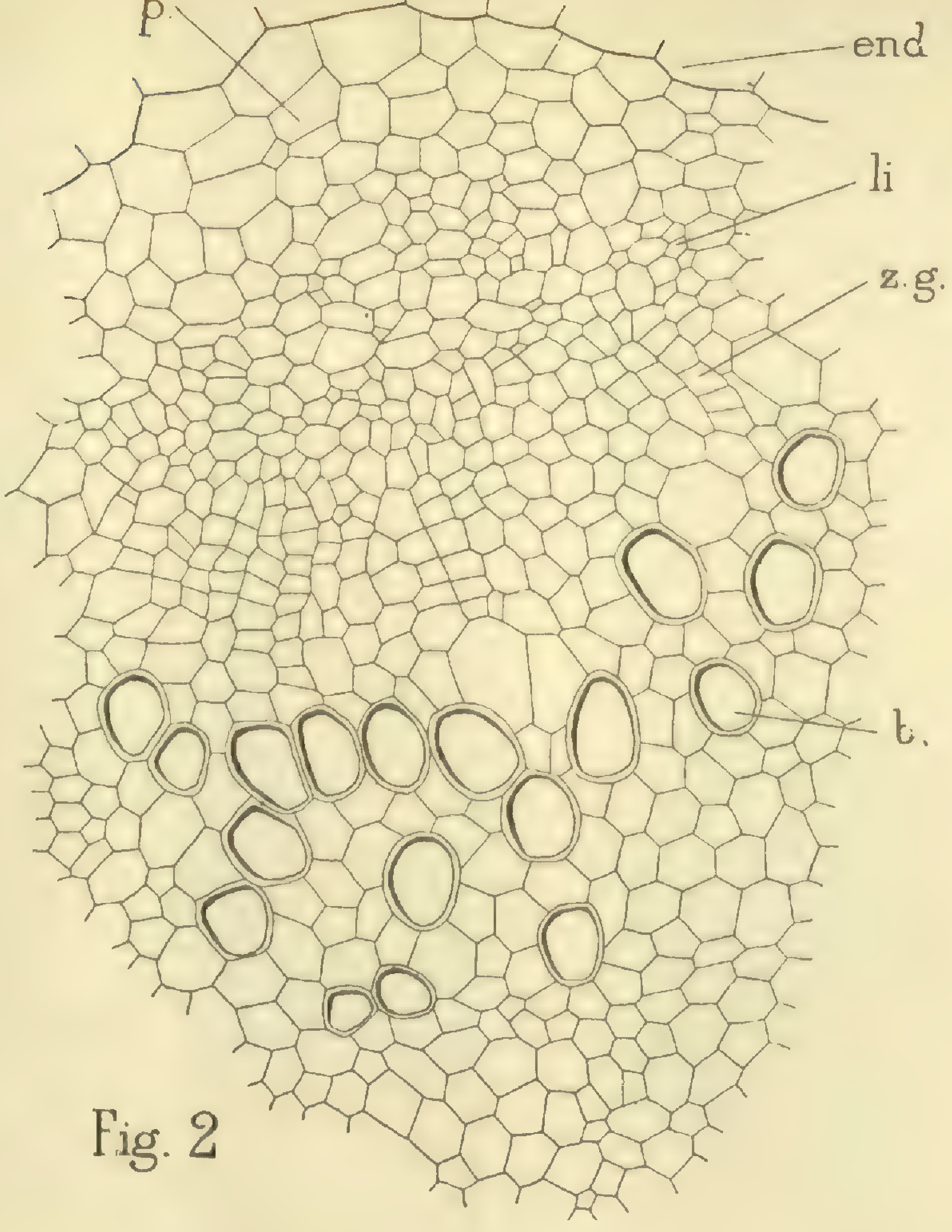


Fig. 2

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

J. Wiesner : *Die beziehungen der Pflanzenphysiologie zu den Auderen wissenschaften* (Wien, 1898).

M. B. Renault : *Notice sur les Calamariées (suite), 3e partie* (Autun, 1898).

— *Du mode de propagation des bactériacées dans les combustibles fossiles et du rôle qu'elles ont joué dans leur formation* (Autun, 1898).

— *Sur les organismes des cannels* (Paris, 1898).

— *Note sur les tourbes* (Paris, 1899).

— et A. Roche : *Notice sur la constitution des lignites et les organismes qu'ils renferment* (Autun, 1898)

P. Viala et G. Boyer : *La cuscute de la Vigne* (Paris, 1899).

F. Sahut : *De l'acclimatation par sélection d'espèces végétales et création de races moins frileuses chez les arbres fruitiers et chez les autres arbres ou plantes, suivi de la taille herbacée des Vignes gelées ou grêlées* (Lyon. 1899).

L. Buscalioni : *Un nuovo reattivo per l'istologia vegetale* (Malpighia, 1898).

E. Drake del Castillo : *Sur deux genres de Madagascar de la famille des Composées : Collumiopsis (nov. gen.) et Centauropsis Boj.* (Paris, 1899).

— *Note sur deux genres de Rubiacées des îles de l'Afrique orientale* (Paris, 1898).

P. Lesage : *Germination des spores de Champignons* (Paris, 1898).

C. Correns : *Ueber Scheitelwachsthum, Blattstellung und Astanlagen des Laubmoosstämmchens* (Berlin, 1899).

J. Erikson : *En studie öfver Ranunculus illyricus' morfologi, biologi och anatomi* (Stockholm, 1898).

Nordhausen : *Beiträge zur Biologie parasitärer Pilze* (Jahr. f. wiss. Bot. Band XXXIII, Heft 1).

J. Comère : *L'Hydrodictyon utriculatum* (Soc d'Hist. nat. de Toulouse, 1899).

Pihl et Eriksson : *Svenska Fruksorter I.* (Stockholm, Norstedt, 1899).

Gérard (R.) : *Pleurothallis convergens (species nova)* (Ann. Soc. bot. de Lyon, XXIV, 1899).

M. et P. Bouin : *Sur le développement de la cellule-mère du sac embryonnaire des Liliacées*, avec 2 planches en couleur (Arch. d'Anat. microscopique, t. II, fasc. IV, 1899).

Jeffrey (Edward C.) : *The development, structure and affinities of the genus Equisetum* (Memoirs of the Boston Soc. of Nat. History, vol. 5, N° 5, 1899).

Bernhard Jacobi : *Ueber den Einfluss verschiedener Substanzen auf die Athmung und Assimilation submerser Pfanzen* (Flora, t. 86, p. 289, 1899).

Häcker (Valentin) : *Praxis und Theorie der Zellen-und Befruchtungslehre*, avec 137 figures (Iéna, Gustav. Fischer, 1899).

Fischer (Alfred) : *Fixirung, Farbung und Bau des Protoplasmas*, avec 21 figures et une planche en couleur (Iéna, Gustav Fischer, 1899).

Jæger : *Beiträge zur Kenntniss der Endospermbildung und zur Embryologie von Taxus baccata* (Flora, t. 86, p. 241, 1899).

Matruchot : *Notes mycologiques* (Bull. Soc. myc. de France, t. XV, p. 254, 1899).

Lutz : *Recherches sur la nutrition des végétaux à l'aide de substances organiques de nature azotée* (Ann. Sc. nat., Bot., 8e série, t. VII, p. 4).

Perrot : *Anatomie comparée des Gentianacées* (Ann. Sc. nat., 8e série, t. VII, p. 105).

Chabert (Alfred) : *Etude sur le genre Rhinanthus* (Bull. Herb. Boissier, vol. VII, Nos 6 et 7, 1899).

Darbisshire (Otto Vernon) : *On Actinococcus and Phyllophora*, avec une planche (Ann. of Botany, vol. XIII, N° L, p. 253, 1899).

Matruchot et Dassonville : *Sur le Champignon de l'Herpès (Trichophyton), les formes voisines et la classification des Ascomycètes* (Bull. Soc. myc. de France, t. XV, p. 240, 1899).

Pée-Laby : *Etude anatomique de la famille des Graminées de la France* (Ann. Sc. nat., Bot., 8e série, t. VIII, p. 227).

Daniel : *La variation dans la greffe et l'hérédité dans les caractères acquis* (Ann. Sc. nat., Bot., 8e série, t. VIII, p. 193).

C. Raunkiær : *De Danske blomsterplanters natur historie*, vol. 1, 720 pages, 1293 groupes de figures (Copenhague, 1895-1899).

E. Heckel : *Le Sterculia tomentosa et la gomme qu'il fournit. Répertoire de pharmacie* (Janvier-février 1899).

Bitter (Georg) : *Ueber das Verhalten der Krustenflechten beim Zusammentreffen ihrer Ränder* (Jahr. f. wiss. Bot. Band XXXIII, Heft 1).

Grégoire (V.) : *Les cinèses polliniques chez les Liliacées* (La Cellule, t. XVI, 2e fascicule, 1899).

Durand et de Wildeman : *Matériaux pour la flore du Congo* (Bull. Soc. royale de Bot. de Belgique, t. XXXVIII, p. 9, 1899).

Gérard (R.) : *Sur la dénutrition chez les plantes* (Ann. Soc. bot. de Lyon, XXIV, 1899).

Lang (William H.) : *The prothallus of Lycopodium clavatum*, avec 2 planches (Ann. of Botany, vol. XIII, N° L, p. 279, 1899).

Dixon (H.-H.) : *The Possible function of the nucleolus in heredity* (Ibid., p. 269).

Ward (Marshall) : *Thames Bacteria*, avec 3 planches (Ibid., p. 197).

Snow (Julia W.) : *Pseudo-Pleurococcus, nov. gen.*, avec une planche (Ibid., p. 189).

Norton (J.-B.-S.) : *North American Species of Euphorbia, Section Tithymalus*, avec 52 planches (Missouri Botanical Garden, 1899).

Wille (N.) : *Om nogle Vandsoppe* (Christiania, 1899).

— *Ueber die Wanderung der anorganischen Nährstoffe bei den Laminariaceen* (Schwendener Fetschrift, 1899).

Boirivant : *Recherches sur les organes de remplacement chez les plantes* (Ann. Sc. nat., 8e série, t. VI, p. 307).

Curtel : *Recherches physiologiques sur les fleurs* (Ibid., p. 281).

Massart (Jean) : *Un voyage botanique au Sahara* (Gand, 1898).

— *La dissémination des plantes alpines* (Ibid.).

— *Les végétaux épiphylles* (Ann. Jard. bot. Buitenzorg, supplément. II, p. 103).

Frederick C. Newcombe : *Cellulose-Enzymes* (Ann. of Botany, vol. XIII, N° XLIX, 1899).

R. Zeiller : *Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée* (Mém. N° 21 de la Soc. géol. de France, 1899).

Errera : *Hérédité d'un caractère acquis chez un Champignon pluricellulaire d'après les expériences de M. le Dr Hunger* (Bruxelles, 1899).

Ricome : *Recherches expérimentales sur la symétrie des rameaux floraux* (Ann. Sc. nat., 8e série, t. VII, p. 293).

Pitard : *Recherches sur l'anatomie comparée des pédicelles floraux et fructifères* (Actes de la Soc. linnéenne de Bordeaux, t. LIII, p. 229-349, 1899).

Géneau de Lamarlière : *Quelques cas tératologiques observés aux environs de Reims* (Bull. Soc. des Sc. nat. de Reims, 1899).

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIÈME

Livraison du 15 Novembre 1899

N° 131

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

1899

LIVRAISON DU 15 NOVEMBRE 1899

I. — SUR LE PROCESSUS GERMINATIF DANS LA GRAINE DE *XIMENIA AMERICANA* L. ET SUR LA NATURE DES ÉCAILLES RADICIFORMES PROPRES A CETTE ESPÈCE (avec figures dans le texte), par **M. Edouard Heckel** 401

II. — REVISION DES ORCHIDÉES DE LA RÉUNION (avec planches), par **M. E. Jacob de Cordemoy** . . 409

III. — ACTION INDIRECTE DE LA LUMIÈRE SUR LA TIGE ET LES FEUILLES (avec planche et figures dans le texte), par **M. E. C. Téodoresco** *(fin)*. . . . 430

IV. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896 (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** (*suite*) 436

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 6. — *1, Angræcum neglectum ; 2, A. nutans ; 3, A. liliodorum ; 4, A. stipitatum.*

PLANCHE 7. — *Mystacidium costatum ; 6 et 7, M. Hermanni ; 8, M. pingue ; 9, M. longinode ; 10, M. pseudo-petiolatum.*

PLANCHE 8. — *Mystacidium obsersifolium ; 12, M. minutum ; 13, M. nanum.*

PLANCHE 9. — *Angræcum penicillatum ; 15, A. expansum ; 16 et 17, A. viridiflorum ; 18, Lepervanchea tenuifolia.*

PLANCHE 10. — *Angræcum exile ; 20 à 23, Bonniera corrugata ; 24, Angræcum cornigerum ; 25, Mystacidium undulatum.*

PLANCHE 11. — *26, Bonniera appendiculata ; 27, Mystacidium (Angræcum) spicatum ; 28, M. striatum.*

Cette livraison renferme en outre dix gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LE PROCESSUS GERMINATIF DANS LA GRAINE

DE *XIMENIA AMERICANA* L.

et sur la nature des écailles radiciformes propres à cette espèce

par M. Édouard HECKEL.

Le 11 novembre 1898, je faisais connaître, dans une communication à la *Société botanique de France* (1), les singuliers phénomènes qui accompagnent la germination de la graine de *Ximenia americana* L. J'ai pu les observer en détail, tant sur l'espèce type provenant des environs de Libreville (Gabon, Congo français) que sur la variété désignée par Forster sous le nom de *X. elliptica* et provenant de Nouvelle-Calédonie (environs de Nouméa). Je viens rappeler sommairement ces phénomènes jusqu'ici inconnus, je crois, dans le règne végétal.

L'embryon, dont les cotylédons foliaires deviennent verts pendant la germination, est noyé dans un endosperme huileux très abondant et épais qui l'entoure de toutes parts et le déborde. Les cotylédons restent hypogés et ne se dégagent pas de l'endosperme. La jeune tige se développe assez rapidement et émet, avant de produire des feuilles normales (fig. 96, B), au minimum tout un cycle 2/5 de feuilles avortées et réduites à l'état de squamules linéaires vertes qui restent appliquées sur la partie de l'axe émergeant au-dessus du sol (2). Sur la partie enterrée de cette tige on voit, au contraire, deux ou trois feuilles (le plus souvent deux,

(1) Voir *Bull. de la Soc. bot. de France*, T. 45, p. 438. Séance du 11 novembre 1898.

(2) Ce phénomène est semblable à celui qui a été observé et décrit par M. Jumelle dans la germination des *Landolphia* avec cette différence capitale que, dans ce dernier genre, aucune des écailles ne se différencie, comme je vais l'indiquer dans ces *Ximenia* pour pénétrer dans la graine. J'ai observé le même phénomène dans des espèces de familles très différentes comme *Carapa guyanensis* Aublet., *Pentadesma butyracea* Don, etc.

mais quelquefois une seule) avortées, réduites aussi à l'état d'écailles, mais décolorées.

Les deux écailles les plus rapprochées de l'insertion des pétioles cotylédonaires forment collerette autour de la tige, deviennent positivement géotropiques et s'incurvent vers la gouttière formée par les deux pétioles cotylédonaires (fig. 94, A, *fa*, *fa'*). Elles s'accroissent rapidement, prennent une forme subulée et pénètrent toutes les deux dans cette gouttière creuse à parois canaliculées,

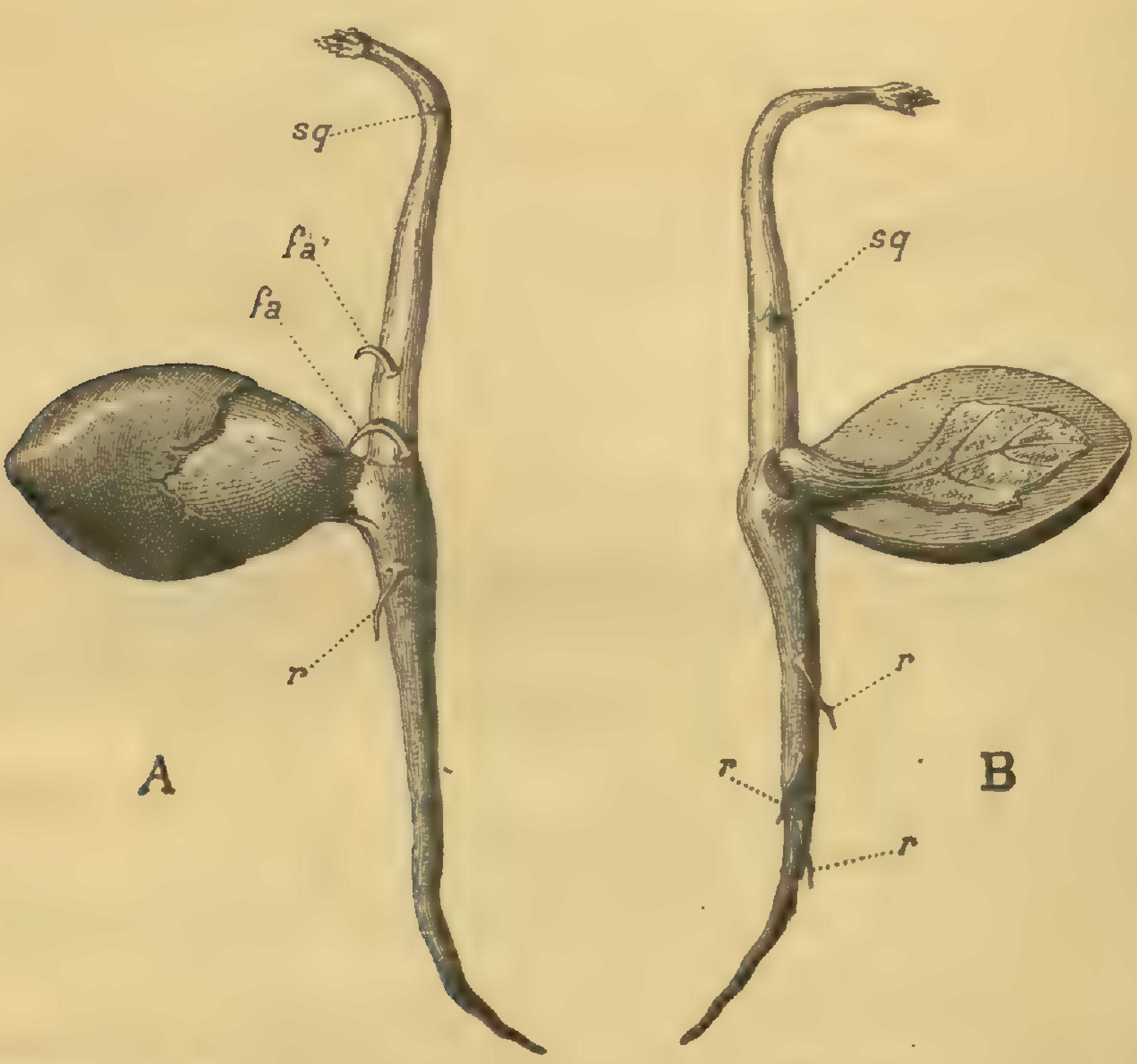


Fig. 94 et 95. — A, formation des deux écailles radiciformes qui s'incurvent, s'allongent et enfin s'enfoncent dans la gouttière cotylédonaire (grandeur naturelle); B, cotylédons en place dans la graine avec leurs pétioles réunis (grandeur naturelle). — *sq*, écaille normale; *fa*, écaille radiciforme; *r*, racine.

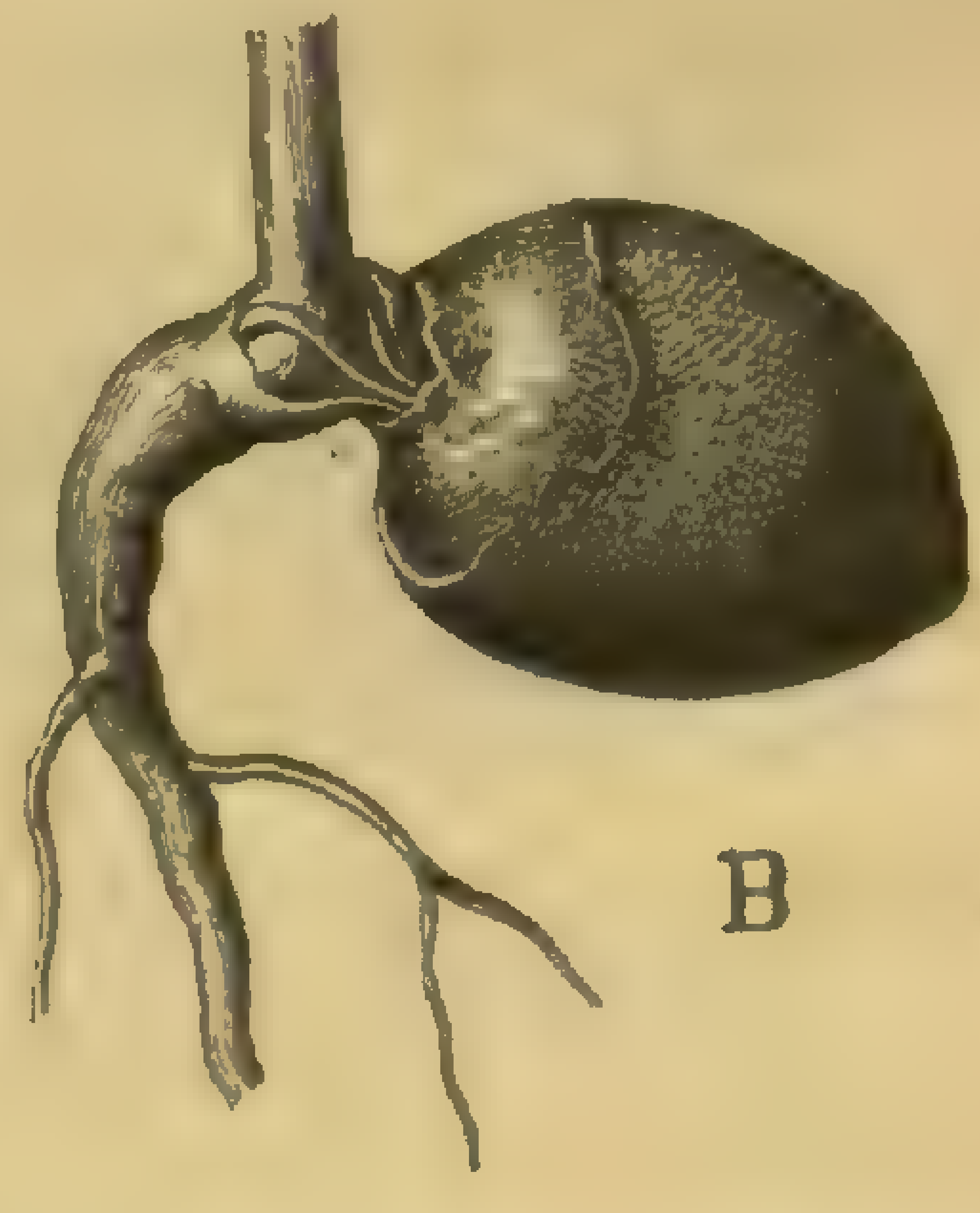
puis en suivant un de ces canalicules, s'appliquent contre les parois de cette gouttière (fig. 96, A, *fa*, *fa'*).

Parvenue à son extrémité, au point même où les pétioles cotylédonaires s'épanouissent en une lame foliaire, l'extrémité pointue de l'écaille devenue radiciforme, réduite à l'état de filament, se soude au tissu épidermique des cotylédons avec lequel elle est en contact et fait corps avec lui. L'adhérence de ces organes est variable, tantôt elle est très faible et les deux épidermes peuvent

se détacher facilement à une simple traction, tantôt au contraire, elle est très profonde, si bien qu'aucune traction sur le filament squameux ne peut séparer les parties soudées sans amener la rupture de ce filament dans la partie libre qui regarde la tige.

Ce phénomène ne fait défaut dans aucune des graines arrivées à germination que j'ai pu observer et mon examen a porté sur

A



B

Fig. 96 et 97. — A, dessin montrant un cotylédon enlevé et l'autre avec son pétiole creusé en gouttière canaliculée recevant les deux écailles radiciformes subulées *fa*, *fa'* qui, sur toute leur extrémité (de couleur noire), sont soudées au pétiole cotylédonaire (grandeur naturelle) ; B, figure montrant les écailles radiciformes nées immédiatement au niveau du collier cotylédonaire (grandeur naturelle).

une trentaine de sujets : je puis donc le considérer comme constant dans l'espèce examinée. J'ignore s'il l'est dans le genre tout entier, mes efforts en vue de me procurer des graines fraîches des autres espèces de ce genre tropical n'ayant pas abouti jusqu'ici. Mais il serait intéressant de savoir si c'est là un caractère générique et s'il se retrouve dans d'autres espèces de la famille des Olacinées.

A quelle fonction peuvent s'être adaptées ces écailles transformées? Doit-on y voir des organes d'absorption allant se fondre avec la face interne des cotylédons pour les aider à digérer l'albumen oléagineux très abondant dans cette graine. C'est très probable, toutefois le concours donné par ces squames radiciformes est bien peu appréciable étant donnée la faible étendue de leur surface qui se met en contact avec les cotylédons absorbants. Faut-il y voir de simples étais de renforcement destinés à assurer davantage le contact intime de la nourrice et du nourrisson? Ce sont là autant de questions d'ordre physiologique auxquelles il me paraît difficile de répondre.

Lors de ma première communication à la Société botanique de France (séance du 11 novembre 1878), j'avais émis sous forme très dubitative l'hypothèse que peut-être ces écailles radiciformes pouvaient être des organes témoins d'une fonction disparue, et M. Perrot, se rattachant à cette supposition, émit en séance l'avis que l'on pourrait considérer ces squamules subulées comme les homologues des épines situées à l'aisselle des feuilles normales adultes (dans les variétés spinescentes), organes dont j'ai fait connaître la véritable nature de rameaux épines, dans la même communication. Cette observation me fut communiquée pendant la correction des épreuves et j'y répondis par une note très brève ainsi conçue : « Il » n'est pas possible de voir dans les écailles subulées pénétrant au » milieu de la gouttière cotylédonaire, des homologues des épines » situées à l'aisselle des feuilles : 1° parce que ces feuilles écail» leuses, sauf la coloration, ressemblent tout d'abord absolument » à celles du même cycle qui restent à l'état d'écailles vertes et » qu'elles se déforment seulement dès qu'elles obéissent à l'action » positivement géotropique; 2° parce que, anatomiquement, elles » ont la structure d'une feuille et non d'un rameau; 3° parce que

» les rameaux épines issus des bourgeons axillaires sont, au début, » couverts de petites folioles, ce qui ne se produit jamais dans les » organes envisagés. » Je tiens maintenant à établir sur quelles données anatomiques j'ai établi cette réponse très brève et à démontrer ici que la véritable signification biologique de cet

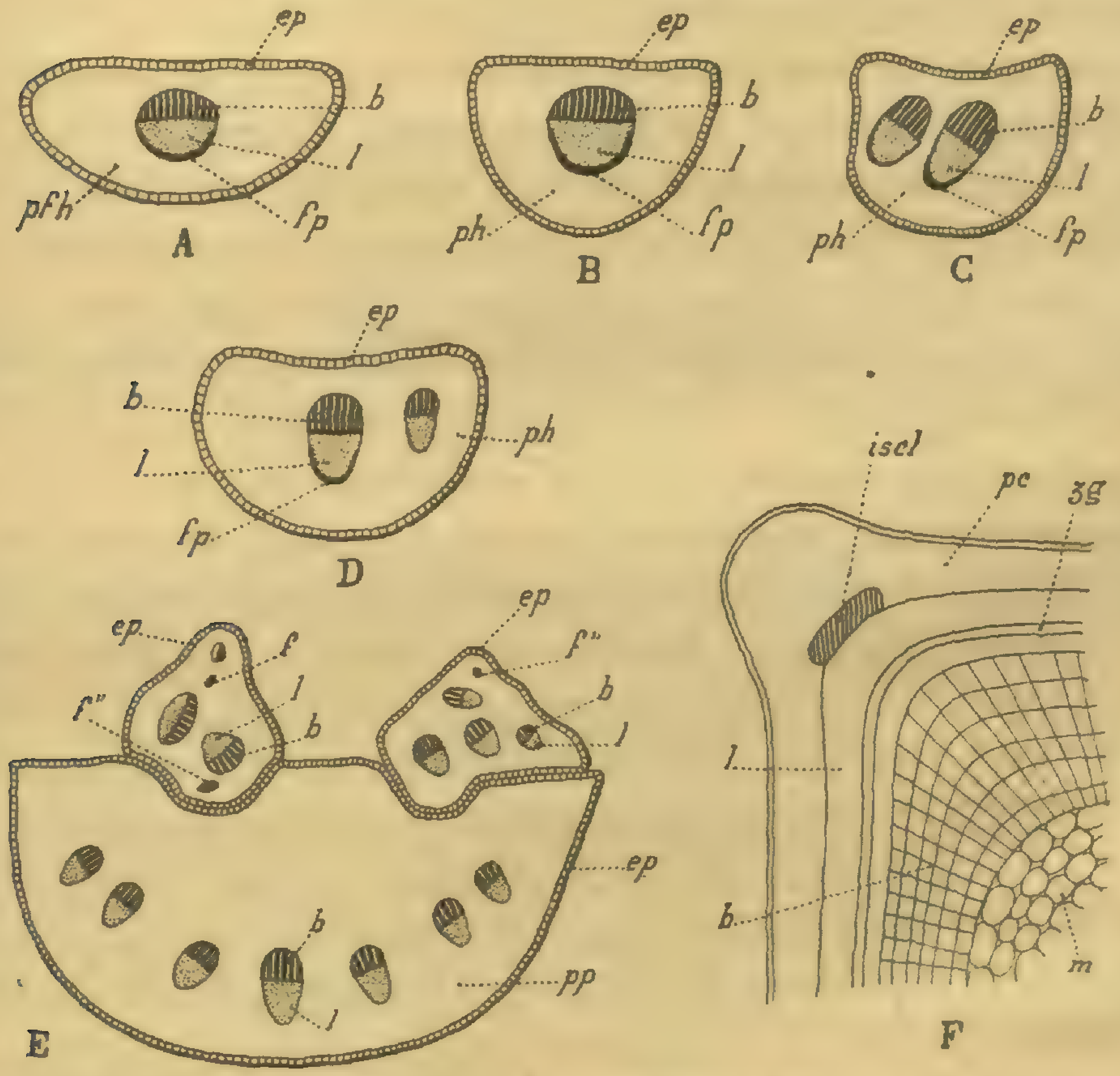


Fig. 98 à 103. — A, coupe transversale d'une écaille normale ; B, coupe transversale d'une écaille radiciforme dans sa partie libre ; C, la même un peu plus loin dans sa partie libre ; D, la même plus loin encore dans sa partie libre ; E, coupe des deux écailles dans leur partie soudée avec le pétiole cotylédonaire ; F, coupe transversale d'une jeune épine. — *ep*, épiderme ; *pfh*, parenchyme foliaire homogène ; *pp*, parenchyme pétiolaire ; *ph*, parenchyme homogène ; *fp*, fibres péridesmiques ; *b*, bois ; *l*, liber ; *f*, faisceau ; *iscl*, îlot scléreux ; *pc*, parenchyme cortical ; *zg*, zone génératrice ; *m*, moelle.

organe transformé, à apparence de racine, est bien celle d'une écaille et non d'une racine, ni d'un rameau épine. Dans ce but, je vais examiner et interpréter les diverses coupes que j'ai pu pratiquer sur l'écaille non transformée et sur les écailles radiciformes en divers points de leur parcours, notamment aux points où elles se soudent avec la surface cotylédonaire.

Les écailles normales qui restent positivement géotropiques (dressées contre la tige) présentent en coupe transversale (fig. 98, A) la forme d'un triangle surbaissé; au centre est une méristèle simple avec, au dos du liber, un arc scléreux de fibres peridesmiques (fig. 98, A, *fp*).

La coupe d'une des écailles transformées (radiciformes) présente auprès de son point d'émergence de la tige, une section triangulaire mais à côtés sensiblement égaux. Le reste de la structure est sensiblement identique à celle de l'écaille précédente : même méristèle, même parenchyme foliaire homogène (fig. 98, B). Nous allons suivre dans cette écaille radiciforme les modifications progressives qui vont se produire à mesure qu'elle s'avancera dans la gouttière cotylédonaire par s'y creuser un sillon et adhérer enfin à la surface épidermique du pétiole cotylédonaire.

La fig. 98, C, nous montre une coupe de l'écaille radiciforme dans un point plus rapproché de la pointe, mais encore libre de toute adhérence avec l'épiderme pétiolaire. Là, la méristèle s'est divisée en deux; l'une, la plus grosse, conserve l'arc scléreux péridesmique (*fp*). Les deux méristèles sont encore accolées l'une à l'autre. Dans une autre coupe intermédiaire entre la précédente et celle-ci (entre fig. B et fig. C), on voit nettement la méristèle qui se prépare à la division. La fig. 98, D, montre la coupe d'une écaille à un niveau encore inférieur. Les deux méristèles partielles résultant de la division sont bien nettement séparées et ont un trajet parallèle.

La fig. 98, E, représente la coupe d'un pétiole cotylédonaire dans lequel les deux écailles radiciformes, très ténues, se sont creusé chacune une gouttière à droite et à gauche de ce pétiole. On voit que ces deux épidermes (supérieur du pétiole et inférieur de l'écaille) se sont accolés, il n'y a pas pénétration des deux tissus mais seulement superposition et affrontement. On voit, en outre, que la forme de ces filaments radiciformes est ici plus irrégulière. La méristèle unique primitive s'est plusieurs fois divisée, car il existe dans la coupe cinq faisceaux libéroligneux très irrégulièrement orientés et d'inégale importance qui occupent le parenchyme de chacune des écailles appliquées dans les gouttières pétiolaires. Certains d'entre eux sont réduits à quelques éléments ligneux. Il

n'y a rien, dans cette portion quasi terminale des écailles radiciformes, qui ressemble à des suçoirs ou à des poils absorbants. Ce n'est pas là une structure de racine, ce serait plutôt celle d'une feuille. Elles se différencient des autres écailles de la même plante par une plus grande richesse en tissu conducteur, et la multiplication de ce tissu indique bien, semble-t-il, que les organes ont un rôle absorbant et nutritif pour la plantule.

Si maintenant, dans un esprit de comparaison, nous examinons la coupe transversale d'une jeune épine (fig. 98, F), nous voyons qu'elle présente la constitution d'un rameau pourvu de deux ailes bien saillantes : au-dessous de l'épiderme est un parenchyme cortical chlorophyllien qui, à son contact avec le liber, présente une zone d'îlots scléreux plus ou moins nombreux, plus ou moins développés, puis vient un liber, une zone génératrice et le bois secondaire, enfin une moelle. Il y a là la structure d'un rameau.

Les organes que j'ai nommés écailles radiciformes et dont la fonction physiologique paraît être d'aider à la digestion et à l'absorption des réserves endospermiques (1), sont donc bien de nature foliaire (écaille), comme je l'ai dit et n'ont aucun rapport avec les rameaux épines qui existent à l'aisselle des feuilles du même végétal dans ses variétés spinescentes.

Le même *Ximenia americana* m'a présenté, dans son système radiculaire, des particularités plus intéressantes encore, c'est l'existence de nombreux suçons sur toutes ses racines. Ces organes, ainsi que je l'ai fait connaître dans ma communication à l'Académie des Sciences (Juillet 1889) rappellent morphologiquement et anatomiquement ceux de *Thesium* ce qui établit une parenté très étroite entre les Santalacées et les Olacinées. De plus, comme chez

(1) Ces organes sont loin d'être indispensables à cette fonction de nutrition de la jeune plantule : j'ai pu successivement ou cumulativement en enlever dès leur apparition, ou après leur pénétration dans la graine, un, puis deux, sans troubler aucunement cette fonction. Pourvus ou non de ces organes, les jeunes pieds se développaient également dans la même terrine en serre chaude. Aujourd'hui, après dix-huit mois d'essai, je possède de jeunes plantes ayant de 0m60 à 0m70 de haut et il est impossible de reconnaître les pieds mutilés de ceux qui sont intacts et conservent encore leurs écailles radiciformes.

les *Osyris* (J. E. Planchon), les suçons des racines de *Ximenia americana* s'implantent, à défaut de plantes voisines, sur les propres racines de la plante, sur sa tige ou sur l'endosperme de la graine qui lui a donné naissance. Ce phénomène joint à celui qui fait l'objet du présent travail, indigne une adaptation autoparasitaire sans autre exemple dans le règne végétal.

REVISION

DES

ORCHIDÉES DE LA RÉUNION

par E. JACOB DE CORDEMOY

J'ai dit dans ma *Flore de l'Ile de la Réunion* (Paris, 1895) que l'étude de la famille des Orchidées, dans cet ouvrage, avait été confiée à Ch. Frappier. Après la mort inopinée de mon collaborateur, je dus revoir et terminer rapidement le travail commencé par lui.

Tous les matériaux dont je disposais lui avaient été remis et ce ne fut pas sans de longs retards que je pus rentrer (et non totalement) en leur possession.

Une revision complète de ce travail imposait la recherche d'échantillons nouveaux. Les exigences de la publication ne me le permirent pas. Il fallut me borner aux corrections, aux additions les plus indispensables et remettre à plus tard une étude complète sur de nouveaux spécimens.

Dans ces conditions quelques lacunes, quelques erreurs étaient inévitables dans l'histoire difficile de cette famille si largement représentée à l'île de la Réunion.

Il m'a été possible, depuis cette époque, de reconstituer une collection vivante et sèche des espèces qui habitent cette île, et dont le nombre s'est accru notablement des découvertes nouvelles faites au cours de récentes recherches dues en partie à M. J. Hermann.

Je dois à l'extrême bienveillance de M. le professeur Bonnier, qui a bien voulu m'ouvrir les colonnes de la *Revue générale de Botanique*, de pouvoir reprendre et compléter aujourd'hui l'étude intéressante des Orchidées de la Réunion.

Des planches, dessinées d'après les aquarelles de M[me] Eudoxie Jacob de Cordemoy, représentent fidèlement les espèces nouvelles décrites dans ma Flore et celles plus récemment recueillies.

L'important genre *Angræcum* est celui qui appelle les plus urgentes réformes. Il ne peut être conservé tel que l'a compris Frappier dans ma Flore. Ne disposant que des ouvrages des anciens auteurs, mon collaborateur a réuni dans ce genre avec les véritables *Angræcum* à éperon long et grêle, à fleurs solitaires (ou rarement en longues grappes), des espèces appartenant soit au genre *Mystacidium* tel qu'il est décrit dans le *Genera* de Benth. et Hk., soit à des genres différents qui seront proposés ici.

C'est par là qu'il m'a paru convenable de commencer ce travail, les autres genres ne devant se prêter qu'à de moindres remaniements et le plus souvent à de simples additions.

On trouvera donc énumérées ici, les espèces appartenant réellement au genre *Angræcum* décrites dans ma Flore et celles nouvellement découvertes.

Celles attribuées à tort à ce genre par Frappier figurent en des genres différents.

Toutes sont disposées en ordre méthodique et accompagnées d'une clef dichotomique.

ANGRÆCUM Pet. Th. (*pro parte*).

Orch. Iles afr. Tableau 2. Pl. 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 65, 67, 68.

Benth. Hk. Gen. III, 583.

§ 1. — Fleurs solitaires. Périanthe d'un blanc pur. Labelle antérieur. Eperon long. Ovaire à simple torsion.

CLEF DICHOTOMIQUE

1.	Tige courte	2
	Tige longue	11
2.	Feuilles médiocres ne dépassant pas 10cm	3
	Feuilles longues (10-30cm)	8
3.	Fleurs inodores	4
	Fleurs parfumées	7
4.	Labelle obtus.	5
	Labelle aigu.	6
5.	Labelle suborbiculaire, en capuchon	A. CUCULLATUM.
	Labelle subobtus à limbe canaliculé. Eperon coudé à la base, puis droit, effilé ; capsule fusiforme	A. DIVARICATUM.

6. Labelle aigu. Capsule triquètre . . . . A. TRIQUETRUM.
7. Labelle très acuminé. Capsule ailée. . . . . . . A. LILIODORUM.
8. Feuilles étroites, arquées 9
Feuilles assez larges, dressées en éventail 10
9. Feuilles larges de 10-12^{mm}. Tige garnie à la base de longs poils. A. PENICILLATUM.
Feuilles larges 4-6^{mm}. Eperon très long . . . A. STENOPHYLLUM.
10. Feuilles peu nombreuses (4-5) rubanées. Fleur plus grande et éperon deux fois plus long que dans l'espèce suivante. . . A. NUTANS.
Feuilles nombreuses, distiques, étalées, épaisses, 5-30^{cm} long. Eperon de moitié plus petit (10-12^{mm}). Espèce variable, quelquefois subcaulescente . . . . A. NEGLECTUM.
11. Tige longue, assez forte (8^{mm} de diamètre) 12
Tige grêle 15
12. Tige droite (10-20^{cm} long) 13
Tige courbe (70^{cm}-90^{cm} long) 14
13. Éperon droit . . . . A. RECTUM.
Éperon recourbé en arrière . . . . A. RECURVUM.
14. Éperon droit . . . . A. STIPITATUM.
15. Tige non ramifiée. 16
Tige plus ou moins ramifiée 20
16. Feuilles aiguës. . . . . A. GLADIIFOLIUM.
Feuilles émarginées au sommet 17
17. Feuilles larges de 1^{cm} au moins 18
Feuilles très étroites, linéaires, distantes. Capsule grosse, ovoïde. Éperon très long 19
18. Plante parfumée. Hampe longue de 3^{cm}. Capsules cylindroïdes de 35^{mm} long. . . . . A. FRAGRANS.
Non parfumée. Hampes de 6^{cm} long. Capsule grêle fusiforme 6^{cm} long. A. EXILE.
19. Feuilles membraneuses, planes, rigides, émarginées. A. FILCIORNU.
Feuilles charnues, subtriquètres, subaiguës. . . A. CORNIGERUM.
20. Tige grêle, flexueuse, dépassant un mètre de longueur, ramifiée sur toute son étendue. Feuilles distantes. Racines adventives verruqueuses . . . . A. RAMOSUM. = A. VERRUCULOSUM.
Tiges assez courtes, en touffes, très peu ramifiées. Feuilles rapprochées. Labelle ovale aigu, quelquefois renflé à la gorge. A. EXPANSUM.

§ 2. — **Fleurs en longues grappes. Tiges longues.**

1. Fleurs blanches. Labelle antérieur. Eperon court renflé. Port du *Ravenala*. . . . . A. PALMIFORME.

2. Fleurs d'un blanc d'ivoire teinté de verdâtre. Labelle postérieur. Eperon long . . . . A. EBURNEUM.

PECTINARIA Cordem. (Gen. nov.).

Angræcum, Pet. Th. Orch. Iles afr., t. 51. — Ach. Rich. Orch. Iles Fr. et Bourb., 60, t. 10, fig. 5. — *Aeranthus*, Rechb. f. — S. Moore, in Bak., 350.

Mystacidium, Sect. *Pectinaria* Benth. Hk. Gen. III, 505. — Cordem., Flor. Réun., 221.

Sépales subégaux, ovales, oblongs, aigus, libres, dressés. Pétales presque égaux et conformes ou légèrement plus étroits, dressés. Labelle antérieur, dressé, ovale, presque plan, subaigu. Eperon droit, cylindrique, obtus ou légèrement renflé au sommet, n'atteignant pas la longueur de l'ovaire. Gynostème court, convexe et semi-cylindrique postérieurement, creusé en avant d'une cavité stigmatique. Anthère terminale, operculaire, biloculaire à loges bilocellées. Rostelle proéminent, subbilobé. Pollinies céracées, subglobuleuses, paraissant presque sessiles, en raison de la brièveté du caudicule.

Un rétinacle distinct pour chacune. Ovaire oblong, de la longueur du périanthe. Capsule très brièvement pédonculée, ovoïde, à déhiscence folliculaire.

Plante épiphyte. Tiges en touffes, grêles. Feuilles nombreuses, distiques, distantes, charnues, recourbées, subaiguës.

Fleurs solitaires, blanches, s'entr'ouvrant à peine, naissant à l'aisselle des feuilles, au-dessus d'une petite bractée aiguë marcescente. Pédoncule très court.

Obs. — Pour conserver au genre *Mystacidium* son homogénéité, il convient d'en distraire le *Mystacidium pectinatum* placé par Benth. et Hk. dans une section *Pectinaria* avec cette mention : « *Sectio facile pro genere distincto habenda.* »

Il diffère en effet de toutes les espèces qui seront rangées ici dans le genre *Mystacidium* par ses fleurs solitaires, blanches, son éperon droit, la forme spéciale de son gynostème très concave en avant, ses caudicules très courts qui font paraître ses pollinies presque sessiles.

1. P. Thouarsii Cordem.

Angræcum pectinatum Pet. Th. Tab. 51. A. Rich. loc. cit. 68. Tab. 10, n° 5. *Mystacidum pectinatum* Benth. Hk. Gen. III, 584. Cordem. loc. cit., 221. *Aeranthus pectinatus* Rechb. in Walp. Ann. VI, 900. S. Moore in Bak. Fl. Maur. 350.

MYSTACIDIUM Lindl. (1836).

Bot. Mag. Comp. II, 205. — Benth. Hk. Gen. III, 584.

§. Gussonea.

Gussonea, Ach. Rich. Orch. Fr. et Bourb. 67, pl. 5, n° 1. *Microcœlia*, Lindl. Gen. et sp. Orch. 60.

1. M. aphyllum Cordem. Flor. Réun., 219. *Angræcum aphyllum* Pet. Th. Orch. Iles afr. t. 72. *Gussonea aphylla*, Ach. Rich. Orch. Iles Fr. et Bourb. 68. *Saccolabium aphyllum* Lindl. Gen. and. sp. Orch. 223.

A la description que j'en ai donnée dans ma Flore, ajouter : Tige et racines d'un gris verdâtre, rayées de lignes d'un vert plus foncé. Fleurs verdâtres teintées de rouge extérieurement.

§§. Angræcoides.

Les deux espèces que comprend ce groupe se rapprochent des vrais *Angræcum* par le périanthe à longs segments très épanouis, mais en diffèrent par la couleur de celui-ci qui est d'un jaune verdâtre, et par ses fleurs en petites grappes pauciflores, axillaires; enfin par l'éperon recourbé et renflé en massue à l'extrémité, ce qui caractérise les *Mystacidium* de la Réunion. Mais elles diffèrent des autres *Mystacidium* par les longues pièces épanouies du périanthe, qui rappellent celles des *Angræcum*.

CLEF DICHOTOMIQUE

1. Fleurs paraissant solitaires par avortement de l'inférieure, pédonculées.
Feuilles grasses, oblongues (4-6^{cm} long. . . M. pingue Cordem.
(*Angræcum pingue* Frapp. in Cordem. Flor. Réun. p. 214).
2. Fleurs subsessiles. Feuilles presque triangulaires, 1 1/2-2^{mm} long.
M. Hermanni.

§§§. Gomphocentrum.

Tiges courtes, épaisses. Feuilles en éventail. Fleurs en grappes flexueuses, bractéolées, petites, verdâtres, à éperon en massue, plus ou moins recourbé.

CLEF DICHOTOMIQUE

1 Inflorescence naissant entre les feuilles actuelles, dont elles atteignent la longueur 2
Inflorescence naissant à l'aisselle des feuilles tombées et plus courtes qu'elles 4
2. Éperon recourbé, moins long ou aussi long que l'ovaire . . . 3
Éperon presque droit, plus long que l'ovaire. Capsule médiocre, olivaire . . . . M. CALCEOLUS.
3. Capsule subcylindrique, étroite, à fines côtes saillantes. . . . M. CAULESCENS.
Capsule forte, ovoïde, à fortes côtes saillantes . M. CARPOPHORUM.
4. Feuilles charnues. . . . . M. CRASSIFOLIUM.
Feuilles membraneuses, striées. Plante petite . . M. STRIATUM.

§§§§. Nanæ.

Plantes naines. Tiges courtes. Feuilles en éventail.

1. Fleurs solitaires . . . . M. INAPERTUM.
Fleurs en grappes 2
2. Fleurs en petites grappes pauciflores. Hampes filiformes. . . 3
Fleurs en grappes spiciformes, deux fois plus longues que les feuilles. M. SPICATUM.
3. Racines relativement fortes 4
Racines grêles 5
4. Tige très courte, feuilles étroites. Hampes radicales se terminant par une petite grappe de 3 fleurs dont l'inférieure avorte souvent. M. NANUM.
Tige courte, relativement épaisse. Feuilles assez larges, ovales, oblongues, coriaces. Hampe courte, flexueuse . . . M. SALAZIANUM.
5. Tige grêle, longue de 2^{cm}, dressée. Feuilles (4-6) linéaires, insérées sur le tiers supérieur. Hampes solitaires, quelquefois doubles. M. MINUTUM.

§§§§§. Longicaules.

Tige longue assez grêle.

CLEF DICHOTOMIQUE

1 Tige nue, non enveloppée de racines adventives. 2
Tige plus ou moins enveloppée de racines 7

2. Très petites grappes portées par 1-2 hampes courtes, axillaires . 3
Grappes plus longues, pluriflores, flexueuses 6
3. Entre-nœuds courts 4
Entre-nœuds longs 5
4. Feuilles insérées sur la tige à angle aigu, fortement condupliquées à la base et simulant un pétiole. Labelle cochléaire deux fois plus long que l'éperon . . . . M. PSEUDO-PETIOLATUM.
Feuilles presque perpendiculaires à la tige. Labelle naviculaire de même longueur que l'éperon. . . . . M. COSTATUM.
5. Feuilles nombreuses. Hampe le plus souvent solitaire. M. LONGINODE.
Feuilles 5-6. Hampe uniflore par avortement. . . M. CILAOSIANUM.
6. Feuilles assez longues, légèrement ondulées. . . M. UNDULATUM.
7. Tige courbe, ascendante, entièrement enveloppée par les racines qui rampent à la surface.
Feuilles médiocres, étalées, obliquement émarginées. M. MULTIFLORUM.
Tige grêle, à peine enveloppée par les racines moins nombreuses.
Feuilles longues, minces, aiguës (en raison de l'extrême obliquité de l'échancrure terminale), obverses. Fleurs et capsules plus petites. M. OBVERSIFOLIUM.

LEPERVENCHEA Cordem. (Gen. nov.).

Sépales libres, étroits, ovales-lancéolés, très aigus. Pétales semblables aux sépales et de même longueur qu'eux, très aigus. Labelle postérieur, un peu plus large, concave, aigu. Éperon grêle, droit, cylindrique, subobtus, de la même longueur que l'ovaire (pédicelle compris). Gynostème apode, court, assez large, tronqué, subcylindrique, muni au sommet de deux petites dents latérales. Anthère terminale, operculaire, 2-loculaire. Pollinies 2, obovales, lisses. Caudicule et rétinacle invisibles. Capsule ovoïde, assez petite, à côtes saillantes. Herbe vivace, épiphyte, glabre, dépourvue de pseudo-bulbe. Tige ascendante, souvent enroulée, comprimée. Feuilles distiques, distantes, planes, minces, étroites, émarginées au sommet. Gaines foliaires, persistantes, équitantes, carénées. Inflorescence (quand les fleurs sont en bouton) en épi serré, distique, aplati, mince (rappelant celle du *Liparis disticha*). Pédoncule filiforme, solitaire, portant, à l'aisselle de bractéoles, des boutons très petits.

L'épi se transforme plus tard en une grappe à rachis grêle, flexueuse, qui atteint la longueur des feuilles. Fleurs très petites

(6^{mm} larg.), très brièvement pédicellées. Capsules en petit nombre, distiques, occupant le sommet du rachis.

1. L. tenuifolia Cordem.

(*Angræcum tenuifolium* Frapp. in Cordem. Flore Réun., 207).

BONNIERA Cordem. (Gen. nov.).

Sépales subégaux, libres, membraneux, étroits, très étalés. Pétales latéraux semblables aux sépales. Labelle adhérent et soudé à la base au gynostème, étalé, plus large à la base, quelquefois concave, longuement acuminé au sommet, dépourvu d'éperon. Gynostème court, épais, dépourvu d'ailes, sans pied. Anthère terminale, operculaire, incombante, biloculaire, oblongue. Pollinies 2, céracées, ovoïdes, inappendiculées. Bouton ovale à la base, long, longuement atténué au sommet. Ovaire subcylindrique, strié vers le sommet, muni à la base de deux bractées dont l'une, filiforme, est inclinée vers le bas. Capsule fusiforme, droite, parcourue par des côtes peu proéminentes.

Herbes vivaces, épiphytes, dépourvues de pseudo-bulbe. Tige décombante, peu rameuse et à la base seulement, rarement à la partie moyenne, ne portant de feuilles qu'à la partie supérieure. Feuilles distiques, étalées, coriaces, rigides, planes. Pédoncule uniflore, axillaire, rigide, court, persistant. Fleurs peu nombreuses, assez grandes, dont les sépales et les pétales sont longs mais très étroits.

Obs. — Ce genre diffère tout d'abord des *Angræcum* et des *Mystacidium* par l'absence d'éperon. Il doit, si je ne m'abuse, figurer dans la Sous-Tribu des Sarcanthées, auprès des genres *Cottonia* et *Stauropsis*. Mais n'ayant sous les yeux que la simple description du *Genera* de Benth. et Hk., je n'émets cette hypothèse que sous toutes réserves.

CLEF DICHOTOMIQUE.

1. Tige ramifiée à la base seulement. Rameaux obliques s'étendant parallèlement à la tige mère et l'égalant souvent. Feuilles assez larges, épaisses, coriaces . . . . B. corrugata.

Longue tige peu ramifiée (et surtout à sa partie moyenne). Petites feuilles pectinées, rigides, horizontales . . . B. appendiculata.

(*Angræcum appendiculatum* Frapp. rd in Coem. Flor. Réun., 212).

RÉCAPITULATION ET DESCRIPTION DES ESPÈCES NOUVELLES :

ANGRÆCUM Pet.Th.

1. A. CUCULLATUM Pet. Th. Cordem. Fl. R., 197. — Rich. Orch. Fr. et Bourb., 59.

2. A. DIVARICATUM Frapp. in Cordem. Fl. R., 197.

3. A. TRIQUETRUM Pet. Th. Cordem., *loc. cit.*, 198.

4. A. LILIODORUM Frapp. in Cordem., 198 (fig. 3, pl. 6).

5. A. PENICILLATUM Cordem. (fig. 14, pl. 9).

Racines fortes, longues, rameuses, grises. Tiges courtes, épaisses, en touffe, portant un pinceau touffu de poils longs, roides, roussâtres, naissant entre les racines et atteignant la base des feuilles. Celles-ci, distiques, longues, étroites, arquées et recourbées en bas, rubanées, à bords parallèles, lisses, finement veinées, canaliculées, régulièrement émarginées au sommet (12-14^{cm} long. 0,005-6^{mm} larg.). Hampe solitaire à l'aisselle des gaînes foliaires anciennes, rigide (0,10^{cm} long. 0,001^{mm} larg.), portant deux articulations, l'une un peu au-dessus de sa base, l'autre au premier tiers de sa hauteur, munie d'une très courte bractée en collerette.

OBS. — Je n'ai jamais rencontré la plante en fleur. Mais dans les débris floraux qui couronnent le fruit j'ai pu nettement distinguer un éperon grêle et long suffisant à caractériser le genre. Capsule fusiforme (0,06^{cm} long., 0,005^{mm}. larg.)

Plaine des Palmistes, sur les arbres des forêts.

6. A. STENOPHYLLUM Frapp. in Cordem. loc. cit. 200.

7. A. NUTANS Frapp. in Cordem. 201 (fig. 2, pl. 6).

8. A. NEGLECTUM Frapp. in Cordem. loc. cit. 202 (fig. 1, pl. 6).

9. A. RECTUM Pet. Th. Orch. Afr. t. 55, 62. Cordem., loc. cit. 205. (*Aeranthus rectus*, S. Moore, in Bak. 351).

10. A. RECURVUM Pet. Th. t. 56.

11. A. STIPITATUM Frapp. in Cordem. loc. cit. 199 (fig. 4, pl. 6).

12. A. GLADIIFOLIUM Pet. Th. t. 53.
    A. Rich. p. 61. Lindl. p. 246.
    Orchis. mauritiana, Poir. Dict. IV. 601.
    Aeranthus gladiifolius, Rechb. f. in Walp. Ann. VI, 900.

13. A. FRAGRANS Pet. Th. t. 54.
A. Rich. 6.
Aeranthus Rechb. in Walp. Ann. 899.
14. A. EXILE Cordem. (fig. 19, pl. 10).

Racines peu nombreuses, insérées à la base de la tige, à peine rameuses, courtes, grisâtres. Tige de la grosseur d'une plume de pigeon, droite, rigide. Feuilles obliquement insérées sur la tige, peu nombreuses (9^{cm} long., 1^{cm} larg.), assez minces, mais rigides, lisses et brillantes en dessus, sombres et mates en dessous, à peine émarginées et subobtuses au sommet, légèrement atténuées à la base, finement veinées, inodores. Gaînes assez longues, striées. Hampes solitaires, rares, sortant à travers une perforation de la gaîne foliaire, grêles, étroitement embrassées à la base de quatre squames de plus en plus longues, subobtuses, interrompue un peu au-dessous de son milieu par une articulation munie d'une bractée vaginante, obtuse. Fleur inconnue. Capsule continuant la hampe sans ligne de démarcation, grêle, fusiforme ($0{,}06^{cm}$ long., $0{,}002^{mm}$ de diamètre), striée, couronnée des restes du gynostème.

Recueilli par J. Hermann (octobre 1896), en fruit, à Cilaos, environs de Tapal.

15. A. FILICORNU Pet. Th. Orch. afr. t. 52; A. Rich., p. 60; Lindl. Gen. and. Sp. Orch., 246.

Du Petit Thouars donne cette espèce comme de Bourbon et de Madagascar. Elle paraît être devenue bien rare dans la première de ces îles, car je ne l'ai pas plus rencontrée que mes contemporains.

L'échantillon de mon herbier provient de Tamatave.

16. A. CORNIGERUM Cordem. (fig. 24, pl. 10).

Racines glabres, peu nombreuses (3-4), insérées à la base de la tige, jamais entre les feuilles, longues, assez fortes, verruqueuses, grises. Tige de la grosseur d'une plume d'oie (6-8 cent. long.) portant à la base quelques gaines foliaires marcescentes, réticulées, chagrinées. Feuilles distiques, espacées, distantes de 1/2 cm., très étroites (0,002 mm. larg. ; 7 1/2 cm. long.), charnues, triquètres, canaliculées en dessus, légèrement recourbées en dessous, quelquefois en sens contraire, à bords parallèles, subaiguës au sommet, d'un vert gai et mat. Gaînes semi-amplexicaules, striées, plus larges que le limbe qu'elles dépassent de chaque côté, au-

dessous de l'articulation, de 2^{mm} environ. Pédoncule solitaire, oppositifolié, engaîné à la base par deux squames minces et muni à 1^{cm} au-dessus d'une articulation accompagnée d'une mince bractée vaginante, anguleuse, striée (4^{cm} long., 0,001^{mm} larg.). Fleurs inconnues. Capsule grosse, oblongue, tronquée au sommet, parcourue par six côtes saillantes et six lignes secondaires peu accusées, d'un beau vert à l'état frais (2 1/2-3^{cm} long.).

Recueilli par M. J. Hermann, à Cilaos (Bras Benjoin et environs des sources thermales). En fruit en octobre.

Espèce voisine de l'*A. filicornu* Pet. Th., mais nettement distincte par ses feuilles charnues, triquètres et recourbées en forme de corne, indépendamment des caractères que fournira la fleur quand elle sera connue. Les feuilles de l'*A. filicornu* sont membraneuses, rubanées, rigides, l'éperon très long.

17. A. RAMOSUM Pet. Th. t. 59. A. Rich. loc. cit. 62. *A. verruculosum* Frapp. in Cordem. Fl. R. 204.

Frappier a par erreur pris l'*A. ramosum* pour une espèce nouvelle qu'il a décrite sous le nom de *A. verruculosum*. C'est la description de celle-ci (Cordem. loc. cit. p. 204) qu'il convient de rapporter à l'*A. ramosum*.

18. A. EXPANSUM Pet. Th. t. 57. A. Rich. loc. cit. p. 62.

Var. α. *genuinum* Pet. Th. tab. 59.

Var. β. *inflatum* Cordem.

Je décris ici cette variété bien distincte, par son labelle très renflé, du type de Du Petit Thouars.

Var. *inflatum* (fig. 15, pl. 9). — Racines peu nombreuses, enchevêtrées, assez fortes, insérées seulement à la base de la tige, à écorce verruqueuse.

Tiges en touffe, dressées ou courbes, le plus souvent simples, parfois rameuses, de la grosseur d'une plume d'oie, dépouillées de feuilles sur les 3/4 inférieurs. Feuilles rapprochées au sommet, distantes d'environ 1^{cm}, rigides, presque énerves, d'un vert foncé, un peu plus larges à la base, obliquement émarginées au sommet (2-3^{cm} long., 5-6^{mm} larg.). Gaîne des feuilles à surface chagrinée, vert sombre; articulation bordée d'un bourrelet saillant.

Hampe solitaire, axillaire, grêle, accompagnée d'une petite

bractée à la base et d'une autre au sommet, portant à son aisselle deux fleurs, dont l'inférieure avorte.

Fleur horizontale. Sépales (dont l'un antérieur) ovales-lancéolés, acuminés, striés, plus courts que les pétales, d'un blanc verdâtre. Pétales latéraux semblables, blanchâtres. Labelle postérieur, large, presque quadrangulaire, renflé et formant une sorte de conque à bords repliés en-dessus, parcouru par une crête médiane d'un blanc pur se terminant en arrière par une pointe crochue et en bas par un éperon dilaté au sommet, infundibuliforme, puis grêle et recourbé en haut, blanc verdâtre. Ovaire grêle, tordu, parcouru par 6 côtes saillantes. Capsule obovoïde. Hab. Plaine des Cafres, aux environs du Piton de Tortue. Fleurit en janvier.

19. — A. PALMIFORME Pet. Th. Orch. afr., t. 67 et 88. — A. Rich. loc. cit. p. 64. Tab. X, nº 1.

20. — A. EBURNEUM Bory. Voy. Il. Afr. I, 359. Tab. XIX (18). Pet. Th., t. 65. Ach. Rich. 63.

PECTINARIA Cordem. (gen. nov.).

1. P. THOUARSII Cordem.

Mystacidium pectinatum Benth. Hk. Gen. III, 585. Ach. Rich. loc. cit. p. 60. Tab. 10, nº 5. Cordem. loc. cit. 221.

Aeranthus pectinatus, Rchb. f. Ann. VI, 900.

OBS. — A. Richard, décrivant cette espèce, lui donne des fleurs « purpurascentes ». C'est une erreur : les fleurs sont toujours d'un blanc pur.

MYSTACIDIUM Lindl. (Comp. bot. Mag. II, 205. Benth. Hk. Gen. III, 584).

OBS. — Les espèces du genre *Mystacidium*, à la Réunion, se distinguent nettement des *Angræcum* par leurs fleurs petites, généralement jaunâtres ou verdâtres, en grappe, exceptionnellement (sur une seule espèce) solitaires, leur éperon assez court, presque toujours courbé et renflé en massue au sommet.

§. Gussonea.

Genre *Gussonea* A. Rich. 1628. Mém. Soc. h. nat. Par. IV, 67.

Orch. îles Fr. et Bourb. 67. *Microcœlia* Lindl. 1830, Gen. and. sp. Orch. 60.

1. M. APHYLLUM Cordem. Fl. Réun., 219.
Angræcum aphyllum Pet. Th. *loc. cit.* t. 72.
Saccolabium Lindl. Gen. and. sp. 223.

OBS. — Les fleurs ne sont pas rouges, comme on l'a dit ; les sépales seulement sont teintés de rouge extérieurement.

§§. Angræcoides.

2. M. PINGUE Cordem. (fig. 8, pl. 7).
Angræcum Frap. in Cordem. (avec description).

3. M. HERMANNI Cordem. (fig. 6 et 7, pl. 7).

Tige glabre, débile, couchée, assez grêle (comme une plume de pigeon). se détruisant graduellement à sa base, un peu rameuse et recouverte des gaînes foliaires marcescentes, à sa partie inférieure.

Feuilles petites (1 1/2-2^{cm} long., 0,003^{mm} larg.) ovales, lancéolées, élargies à la base et paraissant subtriangulaires, un peu charnues, énerves, d'un vert sombre, obliquement émarginées et subaiguës au sommet, à limbe un peu tordu au-dessus de l'articulation, de telle façon qu'elles montrent toutes leurs faces supérieures du même côté. Gaîne foliaire embrassante, un peu charnue, striée, carénée, à bord supérieur arrondi et revoluté. Pédoncule oppositifolié, très court (1^{mm}). Fleur inconnue. Capsule subsessile, obovoïde (1^{cm} long. 0,003^{mm} larg.).

Recueilli par J. Hermann à Cilaos (Petit Bonnet carré), en octobre 1896, en fruit. Les affinités de cette espèce avec le *M. pingue*, sa capsule analogue à celle des autres *Mystacidium* me portent à l'inscrire dans ce genre, mais je n'ai pas vu la fleur.

§§§. Gomphocentrum.

Tige courte, feuilles rapprochées en éventail.

4. M. CALCEOLUS Cordem. Flor. Réun. 220. *Angræcum calceolus.* Pet. Th., t. 77. A. Rich., p. 67, t. X, n° 4. *Angræcum paniculatum* et *patens* Frapp. in Cordem. Fl. Réun. 206 et 215.

5. M. CAULESCENS Benth. Hk. Gen. III. 585. Cordem. loc. cit. 220. *Angræcum* Pet. Th., t. 74.

6. M. CARPOPHORUM Cordem.

Angræcum. Pet. Th. Orch. af., t. 75. Lindl. Gen. and sp. 247.

7. M. CRASSIFOLIUM Cordem.

Plante glabre. Racines assez grosses, brunes, insérées sur la moitié inférieure de la tige, les supérieures à travers une perforation des gaînes foliaires. Tige épaisse, trapue (5-7cm long.) Feuilles peu nombreuses (4-5), distiques, rapprochées, oblongues, légèrement atténuées à la base, obliquement émarginées et obtuses au sommet, épaisses, charnues, d'un vert sombre, à nervures peu visibles (sur la plante vivante) (8-9cm long. ; 1 1/2-2cm larg.). Gaîne foliaire épaisse, charnue, crénelée au niveau de l'articulation. Inflorescence en grappes flexueuses, articulées, naissant à l'aisselle des gaînes foliaires des feuilles tombées, de moitié moins longues que les feuilles au-dessous desquelles elle se trouve; pédicelles entourés à la base de petites bractées ovales, subobtuses. Fleurs inconnues. Capsules oblongues à côtes saillantes (2cm long.).

Sur le versant du Grand Bernard, en fruit, en septembre.

8. M. STRIATUM Cordem. (fig. 28, pl. 11).

Plante glabre; racines fortes, peu nombreuses, longues, à peine rameuses, insérées à la base de la tige. Tige relativement épaisse, courte (1cm 1/2 long., 0.003-0,004mm larg.). Feuilles peu nombreuses (4-5), distiques, rapprochées, ovales, oblongues, assez épaisses, d'un vert gai en dessus, mates en dessous, à nervures saillantes, à limbe tordu à la base de façon à tourner toutes leur face supérieure d'un seul côté (2 1/2-3cm long., 1cm larg.). Gaînes foliaires ouvertes, lâchement engaînantes, arrondies au sommet. Hampe grêle, à l'aisselle des gaînes des feuilles tombées et à 1cm au-dessous des feuilles actuelles verdâtres (2-3cm long.), munie de 2-3 bractées engaînantes, subaiguës, brunes et portant à l'aisselle de la dernière une fleur et un petit axe secondaire de 0,005mm de longueur égale ment florifère. Fleur petite d'un blanc verdâtre. Sépales étroits, aigus, étalés, l'intermédiaire un peu plus grand. Pétales latéraux presque semblables aux sépales. Labelle ovale, aigu, concave. Gynostème court, incliné vers le labelle.

Petite espèce assez rare. Cilaos, Plaine des Palmistes, etc....

§§§§. **Nanæ.**

* *Fleurs solitaires.*

9. M. INAPERTUM Cordem. *Angræcum inapertum.* Pet. Th. loc. cit., t. 50. A. Rich. loc. cit. 59. Lindl. Gen. and. Sp. 247.

** *Fleurs en grappes spiciformes.*

10. M. SPICATUM Cordem. (fig. 27, pl. 11).

Racines assez fortes, insérées à la base de la tige et sous les gaînes foliaires inférieures, grises. Tige assez épaisse ($0{,}005^{mm}$), entièrement couverte par les gaînes foliaires marcescentes.

Feuilles distiques, en éventail, se détachant à angle aigu, étroites, un peu épaisses, très obliquement émarginées et subaiguës au sommet, presque énerves, d'un vert clair. Inflorescence en épis portés par des hampes rigides, grêles, solitaires ou le plus souvent géminées à l'aisselle des feuilles, deux fois plus longues que celles-ci ($4\text{-}4^{cm}$ 1/2 long.), portant sous chaque pédicelle une petite bractée courte, ovale, aiguë, engaînante. Fleurs inconnues. Capsules nombreuses (8-12 sur chaque épi), ovoïdes, subsessiles, grosses comme des grains de blé ($0{,}005^{mm}$ long., $0{,}0015^{mm}$ larg.), parcourues par 6 côtes un peu saillantes et couronnées par les restes de la fleur.

Recueilli en fruit par M. J. Hermann à Cilaos. Octobre 1896.

Très distincte des petites espèces voisines par ses longs épis multiflores.

11. M. NANUM Cordem (fig. 13, pl. 8).

Angræcum nanum Frapp. in Cordem., loc. cit. 208.

18. M. SALAZIANUM Cordem.

Plante naine. Tige courte, trapue, haute de 1^{cm}, donnant naissance à sa base seulement à de nombreuses racines, assez grêles, tortillées. Feuilles distiques insérées sur toute la hauteur. Gaînes courtes, striées. Limbe se détachant à angle aigu, oblong, relativement assez large (2^{cm} long., $0{,}007^{mm}$ larg.), subaigu par suite de la grande obliquité de l'échancrure terminale, nervures un peu saillantes en dessous. Inflorescence en petites grappes axillaires. Hampes filiformes, flexueuses, portant trois petites bractées ovales aiguës, étalées, concaves, dont l'inférieure est stérile. A l'aisselle des deux bractées supérieures une petite fleur verdâtre. Sépales

ovales, aigus, semblables. Pétales plus petits, presque semblables. Labelle à peine plus large. Ovaire obovale (fig. 12, pl. 8).

Hab. Salazie. Fleurit en février.

13. M. MINUTUM Cordem.

Angræcum minutum Frapp. in Cordem. loc. cit. 209.

§§§§§. **Longicaules.**

14. M. LONGINODE Cordem. (fig. 9, pl. 7).

Angræcum longinode Frapp. in Cordem. loc. cit. 210.

15. M. CILAOSIANUM Cordem.

Racines peu nombreuses, longues, d'un gris jaunâtre, insérées sur la tige.

Tige assez grêle, enroulée, au point quelquefois de décrire presque un cercle, glabre (20-30^{cm} long., 2-3^{mm} larg.) d'un gris sombre, entièrement couverte des gaînes foliaires marcescentes, d'un brun sombre et tombant en décomposition avec la tige, à la base de celle-ci. Feuilles peu nombreuses (5-6), rassemblées au sommet de la tige, alternes, distantes de 0,010 à 0,018^{mm}, rubanées, étroites (6-8^{mm} larg., 6-7^{cm} long.), très obliquement émarginées au sommet, presque énerves, assez épaisses, rigides, d'un vert sombre. Hampes 2, naissant du milieu d'un groupe de squames brunes et sortant à travers une perforation de la gaîne foliaire. L'une d'elles, plus courte et plus filiforme, porte un bouton de fleur qui paraît avorter presque toujours; l'autre porte deux bractées minces, subobtuses, engaînantes, l'une vers son milieu, l'autre au sommet, à l'aisselle de laquelle se trouve une fleur d'un jaune verdâtre de 8^{mm} de diamètre, penchée, accompagnée à la base contre l'ovaire et perpendiculairement à lui d'un court pédicelle portant un bouton avorté. Sépales et pétales presque semblables, ovales, lancéolés. Labelle un peu plus large, creusé en cuillère. Éperon très ténu, renflé en massue, courbe, croisant perpendiculairement l'ovaire. Gynostème apode, courbe, tronqué, subcylindrique. Ovaire courbe, vert. Capsule ovale, subcylindrique (18^{mm} long. 6^{mm} larg.), parcouru par six côtes saillantes, tronqué au sommet, où persistent les restes de la fleur et l'éperon intact.

Hab. Cilaos au Côteau d'Ambrevattes, près de la Roche d'Adèle (G. Hermann, octobre 1896).

16. M. PSEUDO-PETIOLATUM Cordem. (fig. 10, pl. 7).
Angræcum pseudo-petiolatum Frapp. in Cordem. loc. cit. 207.

17. M. COSTATUM Cordem. (fig. 5, pl. 7).
Angræcum costatum Frapp. in Cordem. loc. cit. 211.

18. M. UNDULATUM Cordem. (fig. 25, pl. 10).

Racines assez grosses, insérées sur les deux tiers ou la moitié inférieure de la tige, un peu rameuses, grises (20-25^{cm} long.) Tige légèrement courbée et comprimée (de la grosseur d'une plume d'oie) se détruisant graduellement à la base (18^{cm} long.) Feuilles alternes, distiques, distantes de 1-1 1/2^{cm}, lancéolées, obscurément veinées, atténuées à la base, très obliquement émarginées au sommet, légèrement ondulées sur les bords, d'un beau vert, un peu luisant en dessus, plus pâle en dessous, occupant la moitié supérieure de la tige, étalées avec une légère obliquité, parallèles et tournant toutes leur face supérieure du même côté (0,08^{cm} long. 0,18^{mm} larg.).

Inflorescence en grappes assez courtes (de la longueur du tiers de la feuille), flexueuses, articulées, semblables à celles des espèces du groupe *Gomphocentrum*. Pédoncule sortant à travers une perforation circulaire de la base de la gaîne foliaire. Pédicelles naissant à chaque articulation à la base d'une petite bractée scarieuse. Ovaire continuant le pédicelle, légèrement obconique, portant six côtes saillantes, tordu et recourbé de façon à porter une fleur penchée. Celle-ci d'un vert clair. Sépales et pétales presque égaux. Éperon court, en massue, croisant l'ovaire à angle droit. Capsule obovale (1/2^{cm} long.), redressée sur le pédicelle blanchâtre.

Hab. Cilaos. J. Hermann, octobre 1896.

19. M. MULTIFLORUM Cordem.
Angræcum multiflorum Pet. Th. Orch. afr. tab. 73. A. Rich., loc. cit., 65. Lindl., loc. cit., 247.

20. M. OBVERSIFOLIUM Cordem. (fig. 11, pl. 8).
Angræcum obversifolium Frapp. in Cordem., loc. cit., 212.

LEPERVENCHEA Cordem.

1. L. TENUIFOLIA Cordem. (fig. 18, pl. 9).
Angræcum tenuifolium Frapp. in Cordem., loc. cit., 207.

A la description contenue dans ma Flore, ajouter : Inflorescence : les fleurs, lorsqu'elles sont en boutons, sont disposées en petits épis serrés, distiques, portés par une hampe grêle filiforme, et à l'aisselle de petites bractées ovales aiguës, verdâtres. Ces petits épis ressemblent exactement à ceux du *Liparis disticha*. En évoluant ils deviennent des grappes distiques dont le rachis, d'un vert tendre, long de 3^{cm}, porte des bractées ovales, oblongues, embrassantes, aiguës. Fleurs très petites (6^{mm} larg.), à court pédicelle, d'un jaune verdâtre, au parfum suave. Sépales et pétales de même longueur et presque semblables. Labelle postérieur un peu plus large et concave. Eperon grêle, droit, exactement de la même longueur que l'ovaire et le pédicelle réunis. Gynostème très court, assez large, subcylindrique. Rostelle saillant muni de deux petites dents latérales. Anthère terminale operculaire, 2 loculaires. Pollinies 2 obovales, lisses. Caudicule et rétinacle invisibles.

BONNIERA Cordem. (Gen. nov.)

1. B. CORRUGATA Cordem (fig. 20, 21, 22, 23, pl. 10).

Racines peu nombreuses à la base de la tige, grosses, rameuses, grises. Tige assez forte, robuste ($0{,}004^{mm}$ de diamètre), rigide, généralement horizontale ou oblique, dépouillée de ses feuilles sur les 4/5 inférieurs de sa longueur, où ne subsistent que les gaînes foliaires marcescentes et les pédoncules restés adhérents après la chute des fleurs, émettant seulement à la base ou au-dessus de la base, 1-3 rameaux qui s'étendent parallèlement à la tige mère et atteignent presque la même longueur et le même diamètre qu'elle. Gaînes foliaires épaisses, fortement ridées, froncées, d'un vert jaunâtre. Hampe solitaire insérée au-dessus de l'aisselle de la feuille et traversant un pertuis de la gaîne, forte, rigide, courte (1^{cm} long.), persistante après la désarticulation de la capsule. Feuilles épaisses, coriaces, oblongues, obtuses, émarginées un peu obliquement, d'un vert sombre et luisantes en dessous, glauques en dessous

(3cm 1/2 long., 1cm 1/2 larg.). Fleur large de 7cm. Sépales et pétales latéraux presque semblables, étroits, longuement acuminés, d'un blanc verdâtre. Labelle postérieur, un peu plus large et légèrement concave à la base, dépourvu d'éperon. Gynostème court, d'un blanc pur. Ovaire entouré à la base de deux petites bractées, dont l'une plus large, scarieuse, l'autre filiforme réclinée, cylindrique, sillonné à sa partie supérieure de lignes creuses.

Hab. Sommet de la Nouvelle Grande-Montée de la Plaine des Cafres.

Fleurit en octobre et novembre.

2. B. APPENDICULATA Cordem. (fig. 26, pl. 11).
Angræcum appendiculatum Frapp. in Cordem., loc. cit., 212.

A la description contenue dans ma Flore, ajouter : Tige ramifiée à la base seulement, et donnant naissance à trois ou quatre rameaux. Bouton ovale à la base, puis long et effilé. Fleurs solitaires à l'aisselle des feuilles, assez larges (11cm de diamètre), très ouvertes. Sépales et pétales sensiblement égaux, jaune clair, ovales, lancéolés à la base, puis linéaires et enfin filiformes à l'extrémité. Labelle un peu plus large à la base, aussi long que les pétales latéraux, sans éperon. Gynostème trapu, court, incliné en avant. Ovaire tordu, obconique, en massue (2cm long.), à six côtes mousses, muni à la base de deux petites bractées scarieuses. Pédicelles rigides (1cm long.) persistant longtemps sur la tige après la chute des capsules et des feuilles, comme chez le *B. corrugata*.

OBS. L'*Angræcum* (*Listrostachys*) *polystachyum* A. Rich. (Cordem. loc. cit., 216) est un *Æonia* qui doit être classé à côté d'*Æonia volucris* : *Æ. polystachya*, Richb. f.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 6.

Fig. 1. — *Angræcum neglectum* Frapp. et Cordem. Espèce parfois subcaulescente. Fleurs épanouies à gauche, dans la figure.

Fig. 2. — *Angræcum nutans* Frapp. et Cordem. Tiges portant des racines adventives et de grandes fleurs à éperon long.

Fig. 3. — *Angræcum liliodorum* Frapp. et Cordem. Tige portant inférieurement de nombreuses racines adventives, et à la partie supérieure, à gauche, une fleur à labelle très acuminé ; à droite, une capsule ailée.

Fig. 4. — *Angræcum stipitatum* Frapp. et Cordem. A droite, une fleur largement ouverte, à éperon droit.

Planche 7.

Fig. 5. — *Mystacidium costatum* Frapp. et Cordem. Tige à entre-nœuds courts, portant des capsules à l'aisselle des feuilles moyennes.

Fig. 6. — *Mystacidium Hermanni* Cordem. Tige munie inférieurement de longues racines latérales.

Fig. 7. — *La même espèce*. Fragment de tige, portant à gauche une capsule obovoïde.

Fig. 8. — *Mystacidium pingue* Cordem. Hampes florales axillaires longues ; fleurs d'un vert jaunâtre.

Fig. 9. — *Mystacidium longinode* Cordem. Tige dressée, munie de racines adventives. Pédoncules floraux portant à la base trois petites écailles lâchement emboîtées.

Fig. 10. — *Mystacidium pseudo-petiolatum* Cordem. Tige avec des fleurs axillaires épanouies, vertes, et des capsules.

Planche 8.

Fig. 11. — *Mystacidium obversifolium* Cordem. Tige : racines latérales en bas. Hampes florales filiformes ; fleurs vertes et capsules obovoïdes.

Fig. 12. — *Mystacidium minutum* Cordem. Espèce à tige grêle. Hampe florale solidaire, terminée par une capsule.

Fig. 13. — *Mystacidium nanum* Cordem. Tige courte ; à droite, une petite grappe radicale de trois fleurs. (Dans la figure cette grappe est fructifère).

Planche 9.

Fig. 14. — *Angræcum penicillatum* Cordem. La tige est garnie à la base de longs poils dressés. De la base de la tige partent trois hampes radicales terminées, chacune, par une capsule fusiforme.

Fig. 15. — *Angræcum expansum* Pet. Th. var. *inflatum* Cordem. — Tige portant deux fleurs à éperon très long, dilaté au sommet, infundibuliforme et une grosse capsule obovoïde.

Fig. 16 et 17. — *Angræcum viridiflorum* Cordem. Au-dessus, une fleur isolée.

Fig. 18. — *Leperranchea tenuifolia* Cordem. (Gen. et sp. nov.) Tige portant de petits épis de fleurs ; à droite, les fleurs sont ouvertes. Au-dessus, un épi fructifère.

PLANCHE 10.

Fig. 19. — *Angræcum exile* Cordem. Tige portant à droite une longue racine latérale, et, à gauche, une capsule fusiforme grêle.

Fig. 20. — *Bonniera corrugata* Cordem. (Gen. et sp. nov.). La tige principale émet à la base deux rameaux dressés.

Fig. 21. — *La même espèce*. Tige portant, au-dessus de l'aisselle des feuilles, des fleurs solitaires. En bas, hampes florales persistantes après la chute des capsules.

Fig. 22 et 23. — *La même espèce*. Fleur : *a*. bouton floral ; *b*. fleur épanouie, vue de dos, avec l'ovaire enveloppé à la base de deux petites bractées ; *c*. la même vue de face ; sépales et pétales latéraux presque semblables ; en haut, labelle plus large et un peu concave à la base.

Fig. 24. — *Angræcum cornigerum* Cordem. Tige : trois racines à la base ; à gauche une grosse capsule ovoïde, tronquée au sommet.

Fig. 25. — *Mystacidium undulatum* Cordem. Tige avec de grosses racines latérales au voisinage de la base, et des inflorescences en grappes, plus courtes que les feuilles, flexueuses, articulées.

PLANCHE 11.

Fig. 26. — *Bonniera appendiculata* Cordem. (Gen. et sp. nov.). Tige ramifiée. Sur le rameau feuillé : à gauche une capsule déhiscente, et plus un bouton floral ; à droite deux fleurs largement ouvertes. Les rameaux haut, portent, en outre, des pédicelles floraux persistant avec la chute des capsules.

Fig. 27. — *Mystacidium (Angræcum) spicatum* Cordem. Racines insérées à la base de la tige. Inflorescences en épis solitaires ou géminés à l'aisselle des feuilles. Dans la figure, tous les épis sont fructifères.

Fig. 28. — *Mystacidium striatum* Cordem. Racines insérées à la base de la tige. Hampes florales grêles, nées à l'aisselle de feuilles tombées, et terminées par deux petites fleurs d'un blanc verdâtre.

ACTION INDIRECTE DE LA LUMIÈRE

SUR LA TIGE ET LES FEUILLES

par M. E. C. TÉODORESCO *(Fin)*.

---

§ 3. - Contenu des cellules

Monteverde (1) s'est occupé de la présence de l'oxalate de chaux. Il a fait pénétrer le sommet d'une jeune plantule de Pois dans une caisse noire, et l'a laissée jusqu'à ce qu'elle se soit assez allongée pour sortir de la caisse du côté opposé ; les parties éclairées sont alors très riches en oxalate de chaux, tandis que les entrenœuds et les feuilles poussées dans la caisse noire ne contiennent presque pas de cristaux ; l'oxalate n'émigre donc pas des parties éclairées vers les parties obscures.

Quant à l'amidon, je trouve dans le mémoire de Sachs (2), à propos de *Veronica speciosa*, la mention suivante : la couche de parenchyme qui entoure le cylindre central de la tige introduite dans la caisse noire « contient encore assez d'amidon. »

Heine (3), au contraire, dit qu'il ne s'accumule pas d'amidon dans la portion de tige soustraite à l'éclairement. Il prend des plantes étiolées, dans les tiges desquelles il n'y avait plus d'amidon, recouvre une partie du premier entrenœud de la tige, sur une longueur de 10 cm., par une feuille d'étain, et place ensuite la plante à la lumière. Les hydrates de carbone, élaborés par les feuilles supérieures, émigrent sous forme de glucose dans toute la longueur de la tige, tant dans la portion éclairée que dans celle recouverte par la feuille d'étain; au contraire, l'amidon ne se trouve que dans la

(1) Monteverde : *L'oxalate de chaux et l'oxalate de magnésie dans la plante* (en russe), analysé dans le Bot. Centralbl., XVIII.

(2) Sachs : *Wirkung des Lichts auf die Blüthenbildung unter Vermittlung der Laubblätter*, in Gesam. Abh., p. 251.

(3) Heine : *Ueber die physiologische Function der Stärkescheide*, Berichte der deutsch. bot. Gesellsch., III, 1885, p. 191.

partie de tige éclairée et pas du tout dans la partie soustraite à l'action de la lumière.

Mes observations n'ont guère porté que sur la présence de l'amidon; les résultats obtenus sont consignés ci-dessous.

1. *Cucurbita Pepo* (durée de l'expérience : 20 jours). — A la lumière, beaucoup d'amidon dans l'écorce interne, moins dans l'écorce externe, beaucoup dans les cellules endodermiques et dans le parenchyme conjonctif qui entoure les faisceaux libéroligneux. A l'éclairement partiel, un peu moins d'amidon qu'à la lumière, mais dans les mêmes régions et dans les mêmes proportions relatives. A l'obscurité, l'amidon manque complètement.

2. *Faba vulgaris* (12 jours). — A la lumière, beaucoup d'amidon dans l'écorce interne, dans l'endoderme et dans la moelle. A l'éclairement partiel, assez d'amidon dans l'endoderme, très peu dans l'écorce interne, pas du tout dans la moelle. A l'obscurité, l'amidon manque entièrement.

3. *Saponaria officinalis* (13 jours). — A la lumière, peu d'amidon dans l'endoderme. A l'éclairement partiel, beaucoup plus. A l'obscurité, aucune trace.

4. *Phaseolus multiflorus* (13 jours). — A la lumière, beaucoup d'amidon dans l'endoderme. A l'éclairement partiel, presque autant. A l'obscurité, pas du tout.

5. *Cannabis sativa* (11 jours). — A la lumière, assez d'amidon dans l'endoderme. A l'éclairement partiel, très peu d'amidon. A l'obscurité, l'amidon manque.

6. *Atriplex hortensis* (11 jours). — A la lumière, beaucoup d'amidon dans l'endoderme. A l'éclairement partiel, en moindre quantité. A l'obscurité, l'amidon manque entièrement.

7. *Aster patulus* (20 jours). — A la lumière, beaucoup d'amidon dans les cellules du tissu assimilateur de l'écorce et dans l'endoderme. A l'éclairement partiel, peu d'amidon et seulement dans les cellules endodermiques. A l'obscurité, l'amidon fait complètement défaut.

8. *Chenopodium album* (13 jours). — A la lumière, beaucoup d'amidon dans les cellules endodermiques et dans le tissu chlorophyllien de l'écorce externe, tissu qui forme des plages alternant avec des faisceaux de collenchyme. Chez la plante partiellement

éclairée, un peu moins d'amidon dans l'endoderme qu'à la lumière et pas du tout dans l'écorce. A l'obscurité, il n'y a pas d'amidon.

9. *Helianthus tuberosus* (29 jours). — A la lumière, un peu d'amidon dans l'endoderme; à l'éclairement partiel presqu'autant d'amidon dans les cellules endodermiques qu'à la lumière; à l'obscurité, l'amidon manque complètement.

10. *Humulus Lupulus* (12 jours). — A la lumière, amidon dans quelques-unes des cellules endodermiques; à l'éclairement partiel, amidon également dans quelques cellules endodermiques et presqu'autant qu'à la lumière; à l'obscurité, l'amidon manque.

11. *Solanum tuberosum* (13 jours). — A la lumière, assez d'amidon dans les cellules endodermiques; à l'éclairement partiel et à l'obscurité il n'y en a pas.

De ce qui précède on voit donc que, quand la partie supérieure d'une tige se développe à l'obscurité, tandis que la partie inférieure reste exposée à la lumière, les hydrates de carbone, élaborés par les feuilles éclairées, peuvent venir s'accumuler, sous forme d'amidon, dans l'endoderme, dans la moelle et dans l'écorce de la portion soustraite à tout éclairement.

Je crois que les résultats que j'ai obtenus ne sont qu'en apparence contradictoires avec celui signalé par Heine. En effet, cet auteur opère sur des plantes primitivement étiolées et absolument dépourvues d'amidon. Or, quand on place à la lumière une plante déjà étiolée, elle reste, en général, peu vigoureuse, et pendant assez longtemps l'assimilation chlorophyllienne étant peu énergique, la quantité d'hydrates de carbone formés est faible, et comme ces substances sont consommées au fur et à mesure de leur formation, elles ne se déposent pas sous forme d'amidon dans les lieux de consommation.

J'ai répété moi-même l'expérience de Heine avec la Fève. Une plante étiolée, ayant déjà cinq entrenœuds, a été placée à la lumière, un des entrenœuds étant recouvert par une feuille d'étain, au bout de 25 jours je n'ai pas observé d'amidon dans l'entrenœud soustrait à l'action de la lumière, mais j'ai constaté aussi que dans la portion éclairée de la tige, il y en avait excessivement peu, ce qui indique bien qu'il s'en forme très peu, et que par suite il n'est pas étonnant de ne pas en rencontrer dans la partie de plante soustraite à la lumière.

Dans cette expérience, comme dans celle de Heine, la plante reste rabougrie. Au contraire, si l'on opère, comme je l'ai fait dans les diverses expériences signalées au cours du présent travail, c'est-à-dire en laissant à la lumière une partie de plante bien développée, portant de grandes feuilles, bien vertes, susceptibles de beaucoup assimiler, la partie formée à l'obscurité, dans la caisse noire, peut avoir à sa disposition d'abondants matériaux, élaborés par la région inférieure de la plante ; il n'est pas étonnant, dès lors, que la partie formée à l'obscurité contienne une assez grande quantité d'amidon. On ne peut pas supposer que l'amidon, qui se trouve dans cette partie de tige soustraite à l'action de la lumière, soit un reste de l'amidon, qui se serait trouvé déjà dans le bourgeon, avant l'introduction de celui-ci dans la caisse noire ; car d'une part ce bourgeon s'est transformé, pendant l'expérience, en une longue tige, d'autre part l'amidon devrait en disparaître, comme il disparaît dans la portion de tige comparable de la plante placée entièrement à l'obscurité.

Quant à l'oxalate de chaux, je n'ai eu l'occasion de l'examiner que dans un seul cas, dans la tige de *Chenopodium album*, où il se présente sous forme de mâcles arrondies dans les cellules de l'écorce interne. Autant que j'ai pu apprécier, il y avait la même quantité de mâcles dans les tiges des trois individus, cultivés comme on le sait. Je cite cet exemple, sans avoir la prétention d'infirmer, par ce seul cas, les résultats de Monteverde.

CONCLUSIONS

Si l'on prend trois plantes cultivées pendant un certain temps à la lumière, si on laisse un individu complètement à la lumière, un autre entièrement à l'obscurité, si l'on place le troisième de manière que la partie inférieure de sa tige, chargée de feuilles, reste à la lumière, tandis que le bourgeon terminal est introduit dans une caisse noire, et si au bout d'un certain temps on examine les portions de tige, qui se sont développées du bourgeon terminal, on constate les faits suivants :

1° Les feuilles nées sur la partie placée à l'obscurité d'une

plante dont les feuilles basilaires sont éclairées et qui, par conséquent, peuvent élaborer des substances plastiques, sont, abstraction faite des plantes volubiles et des plantes grimpantes, beaucoup plus grandes que les feuilles d'un individu de la même plante, exposée complètement à l'obscurité. Dans le premier cas, elles peuvent atteindre quelquefois les deux tiers de la surface des feuilles formées sur une plante laissée entièrement à la lumière, dans le second elles restent toujours plus petites; pour l'*Atriplex hortensis* j'ai constaté que leur surface était cinq fois plus petite; pour le *Faba vulgaris* cette surface était quinze fois moins grande, et pour l'*Helianthus tuberosus* elle l'était environ cinquante fois moins grande que la surface de la feuille formée à la lumière ;

2° L'épaisseur des feuilles, de même que celle du parenchyme palissadique, est, quelquefois, une fois et demie plus grande chez les plantes partiellement éclairées, que chez celles placées entièrement à l'obscurité. L'état peu avancé du développement des feuilles dans ce dernier cas, se décèle encore en observant la forme des cellules épidermiques vues de face et le nombre des stomates par unité de surface. Dans les feuilles des plantes partiellement éclairées, ces cellules présentent des contours très sinueux, quelquefois aussi sinueux qu'à la lumière (Fève), tandis que chez la plante placée complètement à l'obscurité les parois latérales des cellules épidermiques sont presque dépourvues d'ondulations. Quoique le nombre total des stomates d'une feuille soit approximativement le même chez les trois individus cultivés comme je l'ai dit, il en existe moins, par unité de surface, chez la plante partiellement éclairée, que chez celle placée complètement à l'obscurité, ce qui montre un état de développement moins avancé dans cette dernière plante. En outre, les stomates sont plus petits dans ce dernier cas que dans le premier ;

3° Dans la tige, on observe, dans le développement des tissus, des différences encore plus accentuées. Chez la plante partiellement éclairée, le tissu conducteur, le fonctionnement de la couche génératrice libéroligneuse, la lignification des parois du tissu mécanique, se rapprochent beaucoup plus de la plante cultivée entièrement à la lumière, que de celle placée complètement à l'obscurité ;

4° Tandis que chez la plante soustraite entièrement à la lumière,

l'amidon manque dans les tissus de la tige, il existe toujours chez la plante partiellement éclairée, quoiqu'en moins grande quantité que chez celle cultivée à la lumière. Les hydrates de carbone, élaborés par les feuilles éclairées, peuvent venir s'accumuler sous forme d'amidon, dans la moelle, dans l'écorce et surtout dans l'endoderme de la portion de plante soustraite à l'action de la lumière. Il en est de même, probablement, pour les autres substances organiques élaborées par les feuilles éclairées; ces substances peuvent monter dans la portion de tige non éclairée, et elles y sont employées à modifier la forme des feuilles et de la tige, ainsi que la structure de ces organes, de manière à les rapprocher beaucoup des organes comparables, qui se forment à la lumière.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 17

Chenopodium album. Portion d'une coupe transversale de la tige représentant un faisceau libéroligneux ; fig. 1, région développée à l'obscurité d'une plante partiellement éclairée ; fig. 2, région comparable d'une plante placée entièrement à l'obscurité ; *end.*, endoderme ; *p.*, péricycle ; *z.g.*, zone génératrice libéroligneuse ; *li.*, liber ; *b.*, bois ; *p.v.*, parenchyme intervasculaire.

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 *(Suite).*

De semblables considérations ont conduit l'auteur à une nouvelle interprétation de la structure de la fleur des Crucifères (1); de même que chez les Fumariées, chaque méristèle florale comprend trois faisceaux à la base de la feuille qu'elle dessert, son insertion est d'autant plus large qu'elle appartient à un verticille plus élevé et les feuilles florales ont une tendance à se trilober, surtout dans les verticilles supérieurs. De plus, l'anatomie montre que les deux sépales inférieurs sont les sépales gibbeux; le deuxième verticille comprend deux méristèles trifasciculées qui desservent les deux petits sépales du plan antéro-postérieur et les quatre pétales; les six étamines sont de même desservies par deux méristèles; elles correspondent donc à deux feuilles tristaminées où les étamines courtes sont médianes, les longues latérales. Le gynécée est comparable à celui des Fumariées et comprend deux feuilles carpellaires situées dans le plan antéro-postérieur.

M. C. Brunotte (2) signale l'avortement de la racine principale chez l'*Impatiens noli-tangere*, alors que les autres espèces de ce genre ne présentent pas ce phénomène; cette racine principale ne se différencie pas à l'extrémité de l'axe hypocotylé; on est en présence d'un phénomène analogue à celui qui a été signalé par Flahault dans le *Trapa natans*.

Bentham et Hooker reconnaissent 40 espèces de *Sempervivum*, Jackson en compte 97; J. Hoffmann (3) a cherché à délimiter les espèces par des caractères empruntés à l'anatomie. Le parcours des faisceaux lui permit de distinguer trois groupes; le premier est constitué par les espèces dont les feuilles possèdent un faisceau médian, de chaque côté duquel pénètre dans la feuille un faisceau plus faible complètement séparé du principal (*S. arachnoideum, tomentosum...*); dans le second groupe, il existe un faisceau principal et deux accessoires qui offrent avec le premier une disposition différente que dans le premier cas (*S. arenarium, soboliferum...*); le troisième groupe comprend les espèces

(1) O. Lignier : *Explication de la fleur des Crucifères, d'après son anatomie* (C. R. Acad. d. Sc. CXXII, 1896, p. 675).

(2) C. Brunotte : *Sur l'avortement de la racine principale chez une espèce du genre Impatiens L.* (C. R. Acad. d. Sc., CXXII, 1896, p. 897).

(3) J. Hoffmann : *Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Arten der Gattung Sempervivum* (Œsterr. bot. Zeitschr., XLVI, 1896, p. 305-314).

dans la feuille desquelles on compte plus de deux faisceaux accessoires (*S. græcum, parviflorum, alpinum*); leur nombre est quelquefois caractéristique de l'espèce. On peut de même établir quatre catégories basées sur la disposition des cellules à tannin.

Plusieurs auteurs ont regardé les épines des Aurantiacées comme provenant de la transformation de la première feuille du bourgeon naissant à l'aisselle d'une feuille. E. Migliorato (1) montre que c'est un rameau; car la plupart de ces épines présentent, vers la pointe, un petit bourgeon à l'aisselle d'une écaille rudimentaire; certaines peuvent même porter à leur tour des épines secondaires; dans quelques cas, enfin, le bourgeon qui naît sur une épine peut donner naissance à un rameau foliacé ordinaire.

La manière dont les faisceaux conducteurs sont disposés dans les organes floraux peut être très variable dans une même famille; c'est ce qui ressort de l'étude de détail à laquelle A. Olbers (2) a soumis le groupe, pourtant bien homogène, des Silénées. Le premier cercle de faisceaux qui se détache du cylindre central se compose de dix faisceaux chez les *Lychnis*, *Silene*, *Saponaria*, *Dianthus*; ils peuvent se rendre directement au calice sans se ramifier vers un autre organe (*Lychnis, Viscaria*); chez le *Lychnis dioica* il existe un premier cercle de faisceaux qui se divise ensuite en deux, cinq se rendant au calice et cinq à la corolle; chez le *Dianthus barbatus*, il y a dix faisceaux partant du cylindre central et se divisant en deux groupes correspondants chacun à une des enveloppes florales. Les faisceaux des étamines viennent en général directement du cylindre central, sauf dans quelques espèces (*Lychnis Flos-Cuculi*), où les faisceaux de la corolle et des étamines ont une origine commune. Le pistil reçoit du cylindre central deux ou trois groupes de faisceaux dont la ramification dans le placenta est extrêmement variable.

L'anatomie comparée de la feuille, de la tige et de la racine des plantes appartenant à la famille des Portulacacées a fait l'objet d'un travail de C. Becker (3).

Les cellules à mucilage existent dans la feuille de plusieurs genres, elles sont rares dans le genre *Calandrinia* et manquent chez les *Claytonia* et les *Montia*; ces cellules existent déjà dans les cotylédons de certaines espèces.

Le genre *Calandrinia*, ainsi que le *Portulaca pilosa*, présentent des poils qui sont le plus souvent unicellulaires. La présence ou l'absence, ainsi que la forme des cristaux d'oxalate de calcium, permettent de distinguer plusieurs genres.

(1) E. Migliorato : *Brevi osservazioni sulla natura assile delle Spine delle Auranziacee* (Nuovo Giorn. Bot. Ital., III, 1896, p. 436-38).

(2) Alida Olbers : *Bidrag till kännedomen om Kärlsträngsförloppet hos Silenéblomman* (äfv. af. Kongl. Vetenskaps-Akad. Färhandl., 1895, p. 387-411).

(3) Carl Becker : *Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Portulacaceen* (Inaug. Diss. van Erlangen, in-8° 39 p., 4 pl. München, 1895).

Les stomates peuvent aussi servir à caractériser les genres de cette famille, qu'on peut ranger, d'après leurs caractères, en quatre types :

1° Les cellules stomatiques sont entourées par deux cellules annexes (*Talinum*, *Portulaca*);

2° Elles sont seulement limitées latéralement par ces deux cellules annexes (*Claytonia*);

3° Les cellules stomatiques présentent quatre cellules annexes (*Calandrinia*);

4° Elles ne présentent pas de cellules annexes (*Montia*).

La structure de la tige présente deux types d'accroissement; la racine, au contraire, est très uniforme dans sa structure.

Les caractères histologiques du bois de la tige des Pomacées ont permis à A. Burgerstein (1) de distinguer 85 espèces de cette tribu; certains hybrides tels que le *Pirus Bollwilleriana* (*Pirus communis* × *Sorbus Aria*) peuvent être reconnus par la structure de leur bois; les caractères sur lesquels s'appuie l'auteur sont : la présence ou l'absence des couches tertiaires d'épaississement dans les vaisseaux et les trachéides, la largeur radiale des vaisseaux, la hauteur des rayons médullaires, le nombre des rayons médullaires par unité de surface en coupe transversale et le nombre des rangées de cellules dans les rayons médullaires en coupe tangentielle.

L'auteur a comparé le bois de la racine à celui de la tige; dans la racine les vaisseaux ont une cavité plus large, les trachéides et les cellules du parenchyme ligneux sont également plus larges, le nombre des rayons médullaires en coupe transversale est plus petit que dans la tige.

Dans un second article, A. Burgerstein (2) étend ses recherches à 45 autres espèces et insiste sur les différences histologiques que présentent les bois des Pomacées et des Amygdalées; les vaisseaux du bois sont en général plus larges dans les secondes; mais ce ne sont toujours que des différences quantitatives.

Radlkofer (3) a fait l'étude des différentes espèces du genre *Paullinia* (Sapindacées) en ce qui concerne leur anatomie; sur les 122 espèces, 16 présentent dans leur tige, relativement à l'appareil vasculaire, des complications analogues à celles qu'on observe dans beaucoup d'espèces du genre *Serjania*; le pétiole de la plupart des espèces possède un anneau vasculaire entouré de toutes par du sclérenchyme; 11 espèces

(1) A. Burgerstein : *Vergleichend-histologische Untersuchungen des Holzes der Pomaceen* (Sitz. ber. d. K. Akad. d. wiss. in Wien. Math.-Nat. Cl CIV, 1895, 50 p.).

(2) A. Burgerstein : *Weitere Untersuch. über der histologischen Bau des Holzes der Pomaceen, nebst Bemerkungen über das Holz. der Amygdaleen* (l. c. CV, 1896).

(3) L. Radlkofer : *Ueber die anatomischen Verhältnisse der Sapindaceen-Gattung Paullinia* (tirage à part des Abhandl. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XIX, 1894, 7 p.).

possèdent de plus des faisceaux corticaux et des faisceaux médullaires, 96 uniquement des faisceaux corticaux, 1 uniquement des faisceaux médullaires ; 10 seulement sont dépourvus des uns et des autres.

L'auteur étudie de même les caractères anatomiques du limbe de la feuille ; dans un tiers environ des espèces, l'épiderme présente une transformation mucilagineuse de ses parois internes; les poils sécréteurs sont très variables de forme et peuvent fournir des caractères spécifiques; il n'existe jamais d'hypoderme; le tissu palissadique est constitué très généralement par une seule assise. Les organes sécréteurs sont de deux sortes dans la feuille : des cellules sécrétrices situées vers la face supérieure et des laticifères qui apparaissent vers la face supérieure.

F. Barth (1) montre qu'au point de vue anatomique, les Trigoniacées et les Chailletiacées offrent de grands points de contact. Les Trigoniacées, d'abord réunies aux Vochyziacées, en ont été séparées par Endlicher. Les Chailletiacées ont été regardées par Baillon comme formant une série des Euphorbiacées.

Dans toutes ces plantes on observe des poils unicellulaires sur la tige, des scléréides dans le liber et l'écorce; les éléments de bois et de liber sont partout identiques; les tubes criblés proviennent directement des cellules cambiales ; le nombre des cellules entourant un orifice stomatique est indéterminé; le tissu palissadique est rarement typique. Par contre il est assez facile de délimiter les différents genres d'après des caractères anatomiques secondaires.

P. Michaelis (2) a étudié la structure anatomique de plusieurs espèces de Cactés et montre ainsi que l'*Echinocactus Linkii*, qui est regardé comme synonyme de l'*E. Ottonis*, présente avec cette espèce des différences anatomiques tenant à la présence d'un système de cellules à mucilage se ramifiant et à l'absence de toute autre sécrétion A l'inverse des autres Mamillariées, l'*Ariocarpus fissuratus* et l'*A. retusus* ne possèdent aucun hypoderme. L'*Echinocactus Williamsi*, l'*Ariocarpus retusus* ne contiennent aucun latex.

Les *Anhalonium Jourdani*, *Lewinii* et *Williamsii* ne sont pas des Mamillariées, mais doivent être rangés, d'après leurs caractères morphologiques et anatomiques, parmi les *Echinocactus*. L'*Ech. Jourdani* n'est qu'une variété de l'*E. Lewinii*.

Les botanistes spécificateurs ont établi dans le genre *Epilobium* un grand nombre d'espèces qui sont souvent mal définies et dans chacune de ces espèces un nombre encore plus considérable de formes. P. Parmentier (3) a entrepris de tenir compte des caractères anatomiques et

(1) F. Barth : *Anatomie comparée de la tige et de la feuille des Trigoniacées et des Chailletiacées* (Bull. Herb. Boissier, IV, 1896, 43 p.).

(2) P. Michaelis : *Beiträge zur Vergleichenden Anatomie der Gattungen Echinocactus, Mamillaria und Anhalonium* (Inaug. Diss. v. Erlangen, 1896. 38 p.).

(3) P. Parmentier : *Recherches sur les Épilobes de France* (Rev. gén. de Bot., VIII, 1896, p. 23, Pl. I-III).

de les combiner aux caractères de morphologie externe afin de mieux dégager certaines affinités existant entre les diverses espèces, pour lesquelles il propose un nouveau groupement. Le même auteur cherche d'autre part (1), en prenant des exemples choisis dans des familles variées, à déterminer, par des considérations d'ordre anatomique, des espèces critiques ou litigieuses, mais montre qu'il est aussi dangereux de recourir à l'anatomie seule que de ne faire appel qu'aux caractères morphologiques; il est nécessaire de combiner ces deux sources de renseignements; dans la comparaison des espèces, les caractères *qualitatifs* doivent primer les caractères *quantitatifs*. Ce premier exemple, que nous citerons seul, auquel l'auteur applique cette méthode, se rapporte aux *Viola hirta* L., *odorata* L., *permixta* Jord. et *alba* Bess.; les deux premières sont nettement caractérisées morphologiquement; les deux autres ont avec elles des rapports très étroits; il est facile de distinguer anatomiquement les deux premières espèces, quoiqu'elles aient au point de vue anatomique des rapports très étroits; les caractères anotomiques du *V. permixta* sont nettement intermédiaires entre ceux des *V. hirta* et *odorata*; aussi Parmentier se range à l'opinion de Gillot et Briquet, qui regardent le *V. permixta* comme un hybride des deux autres.

Quant au *V. alba*, il possède presque tous les caractères anatomiques du *V. odorata* et l'auteur le regarde comme une sous-espèce de ce dernier.

Fr. Ramaley (2) résume de la manière suivante son travail sur l'anatomie de la tige des Onagracées : les plantes d'une même espèce se développant dans des conditions différentes peuvent présenter entre elles des différences plus marquées dans l'anatomie de leur tige qu'on n'en observe entre des espèces appartenant à des genres assez éloignés; on ne peut donc se servir des caractères anatomiques de la tige pour distinguer les genres. L'écorce primaire n'existe plus chez la tige âgée; elle est remplacée par un liège de structure caractéristique. Le liber normal est toujours peu développé; on rencontre dans toutes les espèces étudiées des faisceaux vasculaires bicollatéraux; chez les espèces robustes on observe du liber intraligneux. Partout existent des raphides d'oxalate de chaux, surtout dans l'écorce et la moelle, souvent aussi dans la périphérie et le liber.

La structure anatomique permet, d'après F. van Nœnen (3), d'établir les mêmes groupes sur les Ombellifères que ceux qui ont été déterminés morphologiquement, c'est-à-dire ceux des Hétérosciadées,

(1) P. Parmentier : *Du rôle de l'anatomie pour la distinction des espèces critiques et litigieuses* (Ann. Sc. Nat., 8e Série, T. II, 1896, p. 1-36).

(2) Fr. Ramaley : *On the stem anatomy of certain Onagraceæ* (Minnesota. Bot. Stud. IX. 1896, p. 674-690. Pl. XXXVI-XXXVIII).

(3) F. van Nœnen : *Die Anatomie der Umbelliferenachse in Sner Beziehung zum System* (Inaug. Diss. Erlangen, 1895, 31 p., 1 Pl.).

Haplozygiées et Diplozygiées remplacent les anciennes sous-familles des Orthospermées et Cœlospermées. Les Hétérosciadées, qui se distinguent des autres par la présence d'une ombelle simple et leurs fruits dépourvus des bandes sécrétrices se montrent, au point de vue anatomique, comme étant les formes les moins différenciées. Elles comprennent les Hydrocotylées, les Saniculées et les Mulinées. Les premières se distinguent par leur appareil de soutien peu développé; l'hypoderme, par exemple, n'apparaît que sous forme d'une assise sous-épidermique collenchymateuse. Dans les Saniculées cet hypoderme se rapproche successivement de l'hypoderme des Ombellifères typiques. Le genre *Barlesia*, rattaché par Endlicher et De Candolle aux Hydrocotylées, en a été séparé par Engler, qui la place dans la tribu des Mulinées; cette opinion est confirmée par l'étude anatomique; l'hypoderme est celui des Ombellifères typiques et par l'ensemble de sa structure interne le genre *Bowlesia* vient se placer près des *Spananthe*. Le genre *Mulinum* présente une structure anatomique très spéciale; la présence de canaux sécréteurs est le seul caractère anatomique d'Ombellifère qu'il possède.

L'auteur donne de même pour les différentes tribus des autres sous-familles, qui forment un ensemble plus homogène, les caractéristiques tirées de la structure de la tige.

De son côté, J. Rompel (1) a cherché à se servir des caractères formés par les cristaux d'oxalate de calcium qui peuvent se trouver dans le péricarpe des Ombellifères pour délimiter certains genres ou les diverses tribus. Les Amminées s. str., les Pecédanées, Sésélinées et Laserpitiées ne contiennent aucun cristal dans leur péricarpe, alors que les Hydrocotylées, Mulinées, Saniculées, Scandicinées et Cacalinées en possèdent; parmi ces dernières l'auteur distingue trois types de localisation : le type *Hydrocotyle*, le type *Sanicula* et le type *Scandix*.

Le premier type est caractérisé par la présence de cristaux dans les deux ou quatre assises qui bordent la cavité ovarienne; il existe chez toutes les Hydro-Mulinées.

Le type *Sanicula* correspond à la présence de cristaux dans le parenchyme de tout le péricarpe, surtout au niveau de la commissure (*Eryngium*, *Alepidea*, *Astrantia*, *Hacquetia*).

Le type *Scandix* est caractérisé par la présence de cristaux autour du carpophore; il est propre aux Scandicinées et Cacalinées. Les Dacinées ne possèdent aucun cristal et on doit, d'après l'auteur, les réunir aux Lacerpitiées.

Ces considérations ont permis à l'auteur de déterminer l'emplacement de certains genres douteux, tels que les *Hermas*, *Erigenia*, etc.

(1) J. Rompel : *Krystalle von Calcium oxalat in der Fruchtwand der Umbelliferen und ihre Verwerthung für die Systematik* (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Math. Naturw. Cl. CIV, 1895).

L. Pampaloni (1) montre que l'*Aucuba japonica* s'éloigne un peu par les caractères de sa graine et de ses fruits des autres genres de la famille de Cornées, dans laquelle on le place ordinairement ; son fruit est une baie au lieu d'être une drupe, et l'embryon, au lieu d'être aussi large que l'albumen, a à peine le tiers de la longueur de celui-ci.

Voir aussi en ce qui concerne l'anatomie systématique des Dialypétales :

Nihoul : *Étude anatomique des Renonculacées* (Mém. cour. et des sav. étr. Acad. R. de Belg., LII, 1895).

Marchand : *Note sur la fleur des Crucifères, à propos d'une anomalie* (Bull. Soc. Sc. de l'Ouest, VI, 1896, p. 159-179).

Buchenau : *Blutenbau von Tropæolum* (Abhandl. d. Naturf. Vereins z. Bremen, XIII, 1896).

Th. Fredrikson : *Anatomiskt. systematiska studier öfver lökstamnuga Oxalis-arter* (Thèse. Upsal. 1895, 67 p., 2 Pl.).

A. Fiori : *Ricerche anatomische sull' infruttescenza dell' Hovenia dulcis* (Malpighia IX, 1895, p. 139-157, 2 Pl.).

H. Horms : *Ueber Vorkommen dursichtiger Punkte in den Blättern gewisser Araliaceen* (Allg. bot. Zeitsch. f System., I, 1895, p. 113-115).

Gamopétales.

Toutes les espèces du genre *Cyclamen* présentent des poils en forme de massue, constitués par une cellule basilaire, suivie d'une courte cellule cylindrique, et une tête renflée à la formation de laquelle concourent deux cellules accolées et allongées. Ces poils caractéristiques du genre considéré se trouvent sur toutes les parties de la plante, à l'exception de la corolle et des étamines ; ils s'observent également sur les tubercules, mais seulement à l'état jeune. Lorsque les tubercules sont âgés ils sont recouverts d'un feutrage épais de poils particuliers qu'a étudiés Hildebrand (2) ; leur forme est très différente de ceux dont il vient d'être question et sont variables avec les différentes espèces qu'ils peuvent permettre de reconnaître. Leur étude peut sembler de peu d'intérêt ; le court mémoire d'Hildebrand montre que du moindre détail on peut déduire des lois générales. C'est ainsi que leur complication plus ou moins grande dans une même espèce montre que des organes peuvent être arrêtés aux différents stades de leur développement, une fois que leur but est atteint, ou au contraire se compliquer de plus en plus si cela est nécessaire. Le développement de ces poils présente un cas très net de cellules gardant aussi longtemps que cela est nécessaire la faculté de se diviser. Enfin on a ici un cas particuliè-

(1) L. Pampaloni : *Notizie sul frutto di Aucuba japonica* (Nuovo Giorn. bot. ital., II, 1895, p. 257-261).

(2) Fr. Hildebrand : *Ueber die eigenthümliche Haarbildung auf den Knollen einiger Arten von Cyclamen* (Bot. Zeitung, LIV, 1896, p. 133-139, Pl. IV).

rement net d'une série ininterrompue de formes d'un organe donné, depuis les poils ordinaires existant dans toutes les espèces de *Cyclamen* jusqu'aux formes les plus diverses chez les tubercules âgés des différentes espèces qu'ils peuvent caractériser.

W. Redlich (1) distingue chez les Plombaginées deux types de feuilles en ce qui concerne les trois cordons vasculaires médian et latéraux du pétiole; dans un premier type les cordons latéraux se divisent une fois ou deux, dans le second les cordons médian et latéraux se dédoublent; l'auteur suit à l'intérieur de la tige le parcours des faisceaux; nous renvoyons au mémoire lui-même pour cette étude.

Les caractères tirés de la structure anatomique ont permis à Fr. Fedde (2) de déterminer dans la famille des Solanacés des groupements qui correspondent à ceux qui sont formés en ne tenant compte que de la morphologie externe; de plus la structure anatomique offre des particularités qui ne se retrouvent nulle part ailleurs. Après avoir montré comment on peut caractériser anatomiquement cette famille et ses tribus, l'auteur cherche à appliquer ces caractères à la position des espèces douteuses; il conclut ainsi que les *Retzia* ne sont pas des Solanacées, mais doivent être placés dans la famille des Loganiacées (sous-famille des Buddleioidées); de même il faut éloigner des Solanacées le genre *Lonchostona* pour l'introduire dans les Bruniacées; de même encore les genres *Desfontainea* et *Leucophyllum* ne doivent pas être regardés comme des Solanacées, le dernier doit faire partie des Scrofulariacées.

De l'étude anatomique de la tige des Borraginées, M. H. Jodin (3) conclut que, à part quelques différences de détails, cette structure est très homogène, si on en excepte cependant le genre *Heliotropium*, qui se distingue par ses poils, par la présence constante d'une assise palissadique en dessous de l'épiderme de la tige, celle de liber péricyclique très développé, l'existence d'un anneau continu de liber interne; l'anatomie vient donc confirmer la position de ce genre en dehors des Borraginées vraies.

Le *Cuscuta Lehmanniana* a fait l'objet, de la part de M. Cornu (4), d'une étude biologique et anatomique; à ce second point de vue cette espèce s'éloigne notablement des formes qu'on observe habituellement; l'auteur montre que les stomates existent ici (on a beaucoup discuté sur l'existence des stomates chez les Cuscutes). La plante présente

(1) W. Redlich : *Ueber den Gefassbündelverlauf bei den Plumbaginaceen* (Inaug. Diss. Erlangen, 1896, 30 p., 1 Pl.).

(2) Fr. Fedde : *Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Solanaceen* (Inaug. Diss., 48 p., 1896, Breslau).

(3) H. Jodin : *Structure anatomique générale de la tige des Borraginées* (Ass. fr. Av. d. Sc., Congrès de Bordeaux 1895, 3 p.).

(4) M. Cornu : *Note sur une Cuscute du Turkestan (C. Lehmanniana)* (Bull. Soc. Bot., XLIII, 1896, p. 699-720, 2 Pl.).

également des laticifères en dehors des faisceaux. Mais c'est surtout sur les tubes criblés que l'auteur insiste ; ils sont très nombreux dans le *Cuscuta Lehmanniana*, c'est-à-dire dans un parasite aphylle où il n'existe qu'une petite quantité de chlorophylle et un nombre très restreint de stomates, où, par conséquent, l'assimilation est très faible; il semble donc que les tubes criblés ont un rôle quelque peu différent que de transmettre les éléments élaborés de l'assimilation chlorophyllienne. Dans le cas où les cribles ont des cals exigus et ponctiformes, on remarque facilement que le cal traverse effectivement la paroi ; quand ces formations sont suffisamment espacées, on le voit avec une grande évidence sur la coupe transversale de la paroi.

La plante présente des éléments secondaires dans les faisceaux libéro-ligneux et dans les zones interfasciculaires, dans le voisinage des suçoirs certains éléments s'accroissent beaucoup en diamètre ou en épaisseur et on observe un grossissement considérable des noyaux.

Ses recherches sur l'anatomie systématique des Gentianées ont conduit W. Bötticher (1) aux principales conclusions suivantes :

L'épiderme de la feuille est toujours formé par une seule assise de cellules ; le tissu assimilateur ne présente jamais de formations cristallisées; ce qui caractérise avant tout la tige est l'existence d'un liber interligneux et intra-ligneux. A l'exception des Ményanthées, qui sont des plantes aquatiques, tous les genres présentent une structure assez uniforme. L'auteur distingue dans les plantes de cette famille trois types de structure : le type dorsiventral, le type axial et un type intermédiaire.

R. Wagner (2) fait une monographie des *Limnanthemum nymphæoides*, dont il étudie tous les organes adultes ainsi que leur développement ; la première année la plantule est constituée par une courte tige dont l'axe s'allonge la deuxième année par la formation de plusieurs longs entrenœuds et développe une fleur terminale. A l'aisselle des feuilles apparaissent des bourgeons qui, suivant les conditions ambiantes, donnent naissance à de longs ou à de courts rameaux, ces derniers destinés à hiverner.

E. Koch (3) a cherché à établir une classification des Scrofulariés basée sur les caractères anatomiques de ces plantes. Aucun de ces caractères ne permet de séparer nettement cette famille des autres; ceux qui sont les plus constants sont les suivants : l'absence de cellules annexes stomatiques, la présence de cristaux ordinairement simples d'oxalate de chaux, d'un tissu mécanique entourant étroitement les faisceaux, qui présente une structure bicollatérale, de poils simples, ramifiés ou glandulaires.

(1) Willy Bötticher : *Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Gentianaceen* (Inaug. Diss. Erlangen, 1895, 62 p.).

(2) Rudolf Wagner : *Die Morphologie des Limnanthemum nymphœoides* L. (Bot. Zeitung, p. 189-205, Pl. VIII).

(3) Erwin Koch : *Ueber die Systematische Bedeutung der anatomischen Charaktere der Scrophulariaceen* (Inaug. Diss. Erlangen, XII, 154 p., 1895).

La tige présente des côtes ou des ailes qui sont constituées soit par du parenchyme cortical, auquel peut s'ajouter un faisceau, soit par du collenchyme. L'écorce est verte et constituée par des cellules à parois assez épaisses entre lesquelles se trouvent de grands espaces. La présence ou l'absence d'une gaîne protectrice du cylindre central est constante dans un genre donné.

W. Elfert (1) a publié une monographie du *Limosella aquatica* où il indique la distribution, l'habitat de la plante, ses caractères morphologiques et anatomiques; l'auteur signale dans cette plante la présence de stipules, organes qui n'ont pas encore été signalés chez les Scrofulariacées.

Les Phrymacées, constituant une famille créée par Briquet (2), et ne comprenant que le genre *Phryma*, qu'on rattachait jusque-là aux Verbénacées, sont, d'après cet auteur, intermédiaires entre les Labiées et les Verbénacées à feuilles opposées, mais plus rapprochées des Labiées ; les Stilboïdées constituent, d'après J. Briquet, une tribu des Verbénacées à albumen. Dans les Chloanthoïdées, plantes aérophiles de la famille des Verbénacées, l'auteur distingue les types *Chloanthes*, dont la tige présente des prolongements aliformes très accentués (macroptères) et ceux dont la tige porte seulement quatre saillies moins accentuées (microptères). Parmi les Myoporacées, le genre *Oftia* seul manque de glandes et présente seul des faisceaux criblés périmédullaires.

L'auteur a reconnu que les poches sécrétées des Myoporées sont *schizolysigènes*, comme celles des Rubiacées; leur naissance est schizogène, puis les membranes des cellules limitant la cavité constituée subissent la gélification et c'est à l'intérieur de ces membranes qu'apparaissent les premières gouttelettes d'huile.

Martin Franke (3) consacre une étude aux Stellatées, formant une tribu à l'intérieur de la famille des Rubiacées, tribu correspondant aux Galiées de Bentham et Hooker. Il passe en revue les caractères morphologiques présentés par leur germination, les organes végétatifs, laissant de côté ceux des organes floraux. L'auteur insiste surtout sur le mode d'insertion des feuilles, sur la disposition des différents verticilles les uns par rapport aux autres et sur la façon dont s'opère la ramification chez ces plantes. Il montre que les différents modes suivant lesquelles naissent les feuilles sont très analogues à ceux qu'on observe chez les Characées. A l'aisselle des feuilles cotylédonaires il naît, outre un axe principal, deux axes accessoires latéraux.

(1) Willi Elfert : *Morphologie und Anatomie der Limosella aquatica* (Inaug. Diss., 1895, Berlin, 45 p.).

(2) J. Briquet : *Recherches anatomiques sur l'appareil végétatif des Phrymacées, Stilboïdées, Chloanthoïdées et Myoporacées* (Mém. Soc. Phys. et H. Nat. de Genève, XXXIII, 1896).

(3) Martin Franke : *Beiträge zur Morphologie und Entwickelungsgeschichte der Stellaten* (Bot. Zeitung, LIV, 1896, p. 33-60, Pl. I).

D'après les caractères extérieurs et la structure anatomique de la tige, LINSBAUER (1) divise les Caprifoliacés en trois tribus : Sambucées, Viburnées et Lonicérés; la structure du fruit permet d'établir dans les Lonicérés deux sous-tribus, les Linnæées et les Lonicérées s. str.

Le genre *Alsenosmia* présente une structure anormale de la tige. La présence de cellules à tannin dans toutes les espèces du genre *Sambucus* étudiées par l'auteur permet de regarder ce caractère comme appartenant à ce genre. Comme chez les Rubiacées, l'écorce primaire se sclérifie, ce qui est un nouveau caractère rapprochant les deux familles. Les caractères anatomiques ne permettant que la division en tribus, ne différencient généralement pas les genres, quoique parfois ils permettent de distinguer certaines espèces.

J. WUNDERLICH (2) a recherché si on peut observer chez les hybrides du genre *Cirsium* des différences anatomiques correspondant aux différences morphologiques; le résultat est positif; les poils, les cellules épidermiques, le tissu palissadique, le collenchyme des nervures, les faisceaux offrent chez les hybrides des caractères intermédiaires entre ceux des parents.

F. E. AHLFVENGREN (3) montre que s'il n'existe pas un seul caractère anatomique commun à la famille des Composées, il en est plusieurs qui permettent d'établir des groupes bien séparés. L'épiderme est ordinairement cuticularisé, suivant des bandes longitudinales; les stomates ne présentent pas de cellules annexes; la première formation du périderme s'établit le plus souvent dans l'épiderme ou dans l'assise sous-épidermique, jamais dans l'écorce secondaire. Dans la plupart des espèces on observe du collenchyme sous-épidermique; il existe toujours du tissu cambiliforme à l'intérieur du bois; les éléments du bois secondaire sont disposés dans le sens radial; les vaisseaux sont relativement peu nombreux; on connaît par des travaux antérieurs la disposition des éléments sécréteurs. Sauf chez les arbustes, on trouve partout de l'inuline, même dans les tiges aériennes, l'inuline et l'amidon étant en quantités complémentaires; par contre les cristaux d'oxalate de chaux ne se rencontrent que chez peu d'espèces.

Autres mémoires ayant trait à l'anatomie systématique des Gamopétales :

J. BRIQUET : *Anatomie comparée de plusieurs groupes de Gamopétales* (Bull. Lab. bot. gén. de l'Un. de Genève, I, 1826. p. 7).

(1) Linsbauer : *Beitrage zur vergleichenden Anatomie der Caprifoliaceen* (Verhandl. d. k. k. zool. bot. Gesellsch. in Wien, 1895, p. 63).

(2) J. Wunderlich : *Beiträge zur anatomischen Charakteristik der Cirsium-Bastarde* (Inaug. Dissert. Erlangen, 1895, 41 p., 2 Pl.).

(3) F. E. Ahlfvengren : *Bidrag till kännedomen om Compositéstammens anatomiska byggnad* (Inaug. Dissert. Lund, 1896, 86 p.).

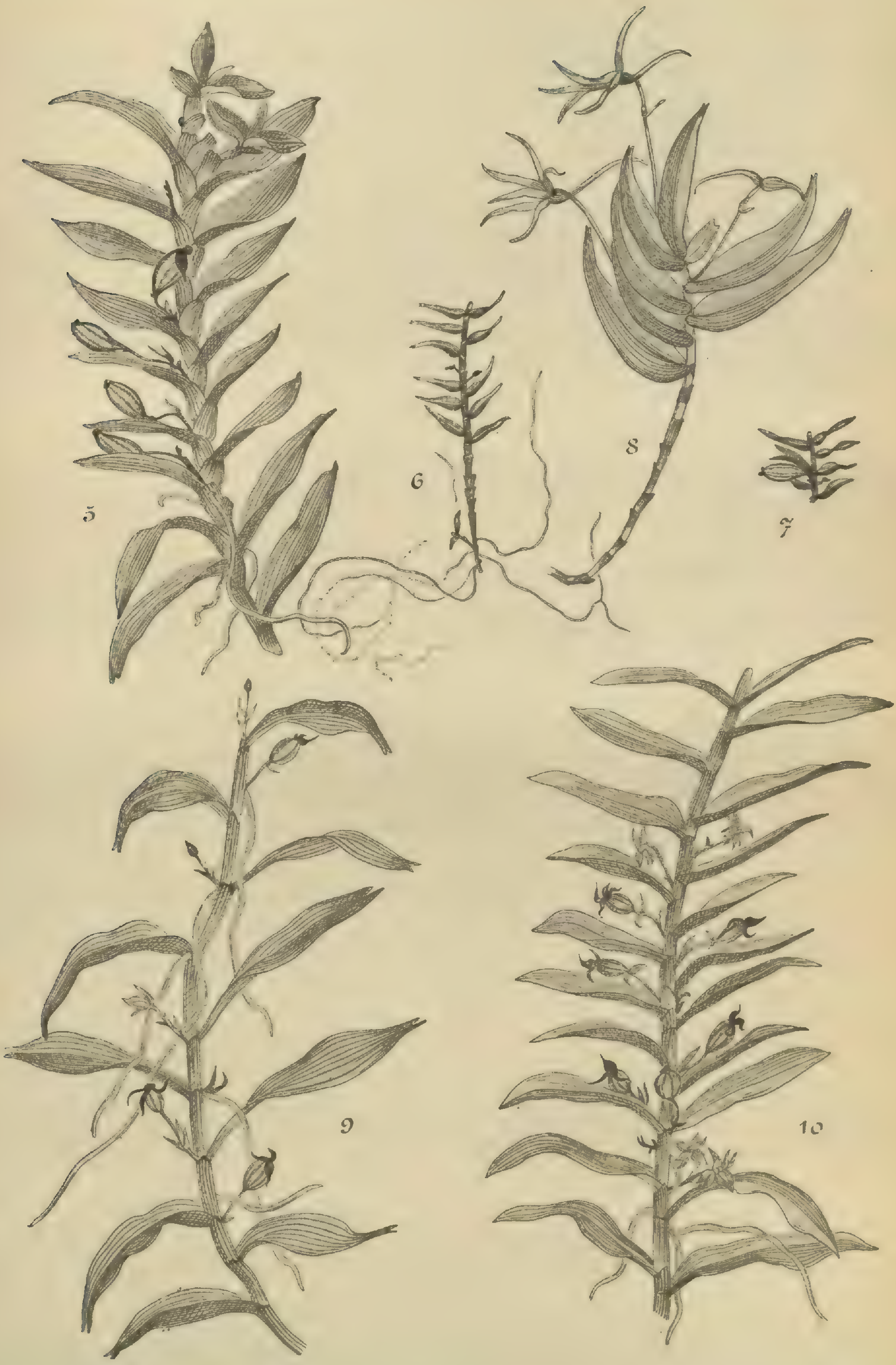
W. C. Worsdell : *Comparative anatomy of Christisonia* (Annals of Bot., 1895, 2 Pl.).

Zander : *Milchsafthaare der Cichoriaceen* (Biblioth. Bot., fasc. 37, 48 p., 1896).

O. Tchouproff : *Quelques notes sur l'anatomie systématique des Acanthacées* (Bull. Herb. Boissier, III, 1895, p. 550-60).

(*A suivre*). M. Molliard

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.



Mme E. Jacob de Cordemoy pinx. Imp. Le Bigot. B. Herincq sc.

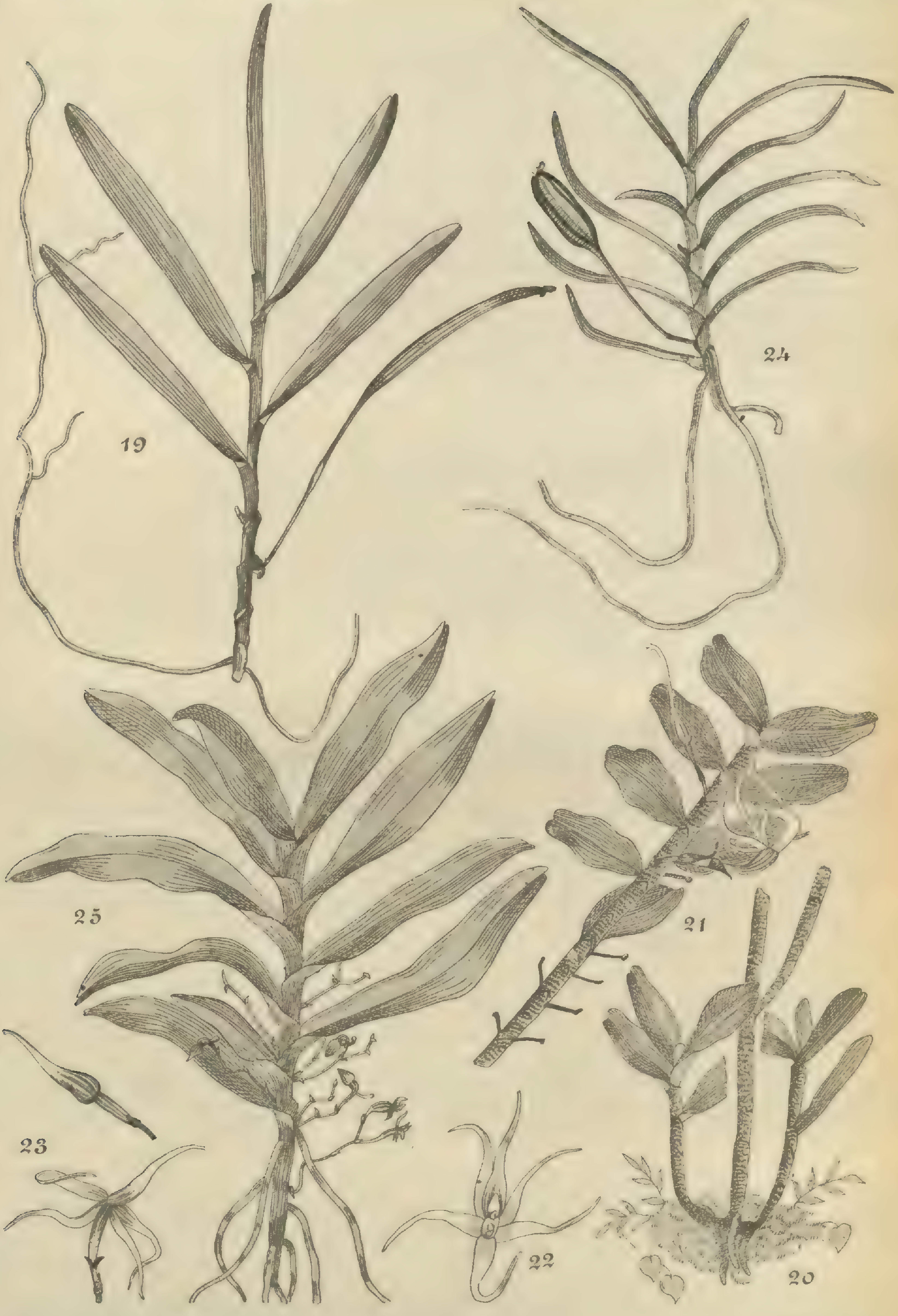
5, *Mystacidium costatum*; 6 et 7, *M. Hermanni*; 8, *M. pingue*; 9, *M. longinode*; 10, *M. pseudo-petiolatum*.

Mme E. Jacob de Cordemoy pinx. Imp. Le Bigot. B. Herincq sc.

11, *Mystacidium obversifolium*; 12, *M. minutum*; 13, *M. nanum*.

M^me E. Jacob de Cordemoy pinx. Imp. Le Bigot. B. Herincq sc.

14, *Angræcum penicillatum*; 15, *A. expansum*; 16 et 17, *A. viridiflorum*;
18, *Lepervanchea tenuifolia*.



Mme E. Jacob de Cordemoy pinx. Imp. Le Bigot. B. Herincq sc.

19, *Angræcum exile*; 20 à 23, *Bonniera corrugata*; 24, *Angræcum cornigerum*; 25, *Mystacidium undulatum*.

Mme E. J. de CORDEMOY pinx

BERTIN & Cie Sc.

Bonniera appendiculata (26);
Angræcum spicatum (27); Mystacidium striatum (28).

Mme E. Jacob de Cordemoy pinx. Imp. Le Bigot. B. Herincq sc.

1, *Angræcum neglectum*; 2, *A. nutans*; 3, *A. liliodorum*; 4, *A. stipitatum*.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Duchartre, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Kosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

AVIS. — Ce numéro renferme la couverture du volume de 1899

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME ONZIÈME

Livraison du 15 Décembre 1899

N° 132

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

1899

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la *Revue*, on est prié de vouloir bien renouveler son abonnement pour 1900 en envoyant la somme de 20 francs (22 fr. 50 pour l'étranger), à M. PAUL DUPONT, 4, rue du Bouloi, Paris. Dans le cas contraire, l'Éditeur fera présenter une quittance par la poste, le 15 Janvier 1900.

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1899

I. — RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR UNE DERMATOMYCOSE DES POULES ET SUR SON PARASITE (avec planches), par **MM. L. Matruchot** et **Ch. Dassonville** 429

II. — INFLUENCE DE L'ACIDE CARBONIQUE SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES PLANTES (avec planche et figures dans le texte), par **M. E. C. Téodoresco** 445

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS, publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897 (avec figures dans le texte), par **M. L. Matruchot** (*suite*) 471

IV. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896 (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** (*fin*). 485

V. — TABLES DU VOLUME DE 1899 495

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 18. — Lophophytie des Poules.

PLANCHE 19. — *Lophophyton gallinæ*.

PLANCHE 20. — Appareil pour cultiver des plantes avec ou sans acide carbonique.

Cette livraison renferme en outre quarante-neuf gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR UNE DERMATOMYCOSE DES POULES ET SUR SON PARASITE

par MM. L. MATRUCHOT et Ch. DASSONVILLE

Historique.

Après Gerlach (1), Leisering (2), F.-R. Müller (3), Rivolta (4), M. Mégnin (5) a décrit une dermatomycose produite sur la Poule par un Champignon parasite qu'il a appelé *Epidermophyton gallinæ*.

Plus tard Zürn (6), puis Schutz (7) ont retrouvé le même parasite.

En 1886, M. Neumann (8) a cherché à établir que la dermatomycose des Gallinacés est due au même parasite que celui du Favus de l'homme, c'est-à-dire à l'*Achorion Schönleinii*. Il a appuyé sa manière de voir à ce sujet sur le résultat de diverses inoculations :

1° Inoculation au Lapin du Favus de la Poule ;

2° Inoculation au Lapin du Favus de l'Homme.

Il constate des lésions *d'aspect* analogue dans les deux cas, et en conclut que les deux parasites sont identiques.

(1) Gerlach : *Grind der Hühner, Tinea (Favus, Porrigo) Galli ; Hahnenkammgrind, Tinea cristæ Galli* (Magazin für Thierheilkunde von Gurlt und Hertwig, 1859).

(2) Leisering : *Bericht über das Veterinairwesen im Königreich Sachsen*, 1857, 1858, 1864.

(3) F. Muller : *Ueber eine eigenthümliche, favusähnliche, mit Pilzbildung verbundene Hautkrankheit bei Haushühnen* (Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Veterinairkunde, 1858).

(4) Rivolta et Delprato : L'*Ornitojatria*. Pise, 1881.

(5) Mégnin : *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1881.

(6) Zürn : *Die Krankheiten des Hausgeflügels*, 1882.

(7) Schutz : *Ueber das Eindringen von Pilsporen*, etc. *Der Hühnergrind, Tinea Galli* (Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte, Berlin, 1884).

(8) Neumann : *Identité du Favus de l'Homme et du Favus des Poules* (Comptes rendus de la Société de Biologie, 1886). — Traité des maladies parasitaires non microbiennes des animaux domestiques, 1892, p. 304.

3° Inoculation à la crête de la Poule du Favus humain.

Il obtient un Favus *d'apparence* semblable au Favus naturel de la Poule.

Revenant sur cette question, M. Mégnin (1) pense qu'il existerait alors chez les Poules deux mycoses : l'une due à l'*Epidermophyton gallinæ*, l'autre due à l'*Achorion*. Il donne, à l'appui de cette manière de voir, un argument tiré des caractères des cultures sur milieu gélatiné : les cultures d'*Epidermophyton* ont, selon lui, l'aspect d'une couche d'un blanc neigeux qui laisserait écouler, à la suite d'une déchirure de la surface, un liquide de couleur groseille provenant de la liquéfaction et de la coloration de la gélatine. Ce caractère n'existant pas chez l'*Achorion*, il y aurait, d'après M. Mégnin, deux parasites spécifiquement distincts.

A cette manière de voir, M. Neumann (2) objecte d'abord que le Champignon isolé par lui, de lésions analogues, ne donne pas de pigment groseille et présente les autres caractères macroscopiques de l'*Achorion Schönleinii*. Il en conclut que le Favus des Poules est dû au même parasite que celui de l'Homme. Il met d'ailleurs en doute la valeur pathogénique du parasite à pigment groseille, dont M. Mégnin n'avait pas, en effet, contrôlé expérimentalement le caractère infectieux. Toutefois, M. Neumann reconnaît n'avoir pas réussi à inoculer ce soi-disant *Achorion* et ne se montre pas le moins du monde affirmatif sur le rôle pathogène de son propre Champignon.

Enfin, plus récemment, MM. Costantin et Sabrazès (3) ont fait une étude morphologique plus précise de l'*Epidermophyton* et sont arrivés à différencier nettement ce parasite du Champignon du Favus humain.

Mais la question se pose toujours de savoir si, outre la mycose produite par l'*Epidermophyton*, il n'existe pas — observée par

(1) Mégnin : Comptes-rendus de la Société de Biologie, 1886 et 1890.

(2) Neumann : *Sur le Favus des poules*. (Comptes rendus de la Société de Biologie, 1886). — Traité des maladies parasitaires, page 305.

(3) Costantin et Sabrazès : *Etude morphologique des Champignons du Favus* (C. R. Soc. de Biol. 13 mai 1893). — Sabrazès : *Sur le Favus de l'Homme, de la Poule et du Chien* (Paris, 1893).— Costantin : *Remarques sur le Favus* (Bull. Soc. Myc., tome IX, 1893, page 166).

M. Neumann — une mycose spontanée, différente de celle-là, et qui serait due à l'*Achorion* de l'Homme.

A cette question, nous pouvons dès maintenant répondre non : les deux parasites étudiés par ces auteurs sont identiques, ils appartiennent à l'*Epidermophyton gallinæ* Mégnin et sont nettement différents de l'*Achorion Schönleinii.*

En effet, en dehors des caractères cliniques qui, dans la maladie étudiée par M. Neumann, ne diffèrent pas d'une façon notable de ce qu'on observe chez les Poules atteintes par l'*Epidermophyton*, l'opinion de M. Neumann est appuyée sur des caractères de deux sortes : inoculations et caractères objectifs des cultures. Examinons successivement ces deux points.

1° *Inoculations.* — Contrairement aux résultats précédemment obtenus par Schutz, M. Neumann a réussi à transmettre le Favus de la Poule au Lapin. Comparant alors les lésions ainsi obtenues avec celles que fournit l'inoculation au Lapin du Favus de l'Homme, il les trouve identiques et en conclut que les parasites le sont aussi. Même expérience comparative et même résultat avec le Chien. Faisant en outre l'expérience inverse, il inocule de même à la Poule un Favus humain et obtient des lésions qu'il considère comme semblables au Favus spontané des Poules.

Il nous paraît que les caractères tirés du simple aspect des lésions sont d'une façon générale insuffisants pour établir une comparaison. Nous-mêmes avons constaté que des inoculations au Lapin, faites, d'une part avec un *Epidermophyton*, d'autre part avec un *Trichophyton* du Cheval, sont d'aspect extérieur absolument identique. Il est indispensable, en pareil cas, de recourir à l'étude microscopique des parasites. Or M. Neumann ne semble pas s'être jamais placé à ce point de vue.

2° *Caractères objectifs des cultures.* — C'est ici que M. Neumann a donné le caractère différenciel, le plus net à ses yeux, entre son Champignon et celui de M. Mégnin : « Le Champignon a végété en touffes blanches, tomenteuses à la surface, jaunes dans les couches profondes, circulaires, *sans production d'un liquide rougeâtre.* Elles rappelaient en somme les caractères attribués aux cultures de l'*Achorion Schönleinii.* »

Mais remarquons que les caractères ainsi énumérés par M. Neumann sont en somme communs à la plupart des Champi-

gnons des Teignes. Seul le caractère tiré de la production de pigment pourrait faire croire à deux espèces distinctes, comme l'ont cru MM. Mégnin et Neumann. Or il n'en est rien. La présence du pigment rouge est ici un caractère non constant et éphémère, qui n'a qu'une valeur toute relative. Nous avons constaté en effet que seules les premières cultures d'*Epidermophyton* sont pigmentées, et que les générations ultérieures perdent rapidement cette propriété. Nous avons constaté, d'autre part, que la production de ce pigment groseille est soumise à l'action des conditions de milieu nutritif : les cultures sur gélose maltosée sont pigmentées, les cultures sur gélose-peptone restent à peu près incolores.

En résumé, rien n'autorise à penser qu'il existe, à l'état spontané, deux mycoses sévissant sur la poule. Tout porte à croire, au contraire, qu'il n'y en a qu'une. A vrai dire, de nombreuses mycoses expérimentales peuvent sans doute être obtenues par inoculation de Champignons pathogènes d'origine variée. Mais, *à l'état spontané*, on n'en connaît jusqu'alors qu'une seule, celle qui a été étudiée par les divers auteurs sous le nom de *Favus de la Poule* (Neumann, Mégnin, Costantin, Sabrazès, etc.).

Le parasite qui en est la cause diffère assez profondément, ainsi que MM. Costantin et Sabrazès l'ont montré les premiers et comme nous l'établirons aussi plus loin, du Champignon du Favus véritable. Il doit constituer, ainsi que cela est admis maintenant, un genre différent du genre *Achorion* ; mais, d'autre part, selon les règles de la nomenclature, le nom générique d'*Epidermophyton*, donné au parasite par M. Mégnin, ne saurait subsister, car le même nom de genre avait été appliqué quelque temps auparavant par Lang (1) à un Champignon différent. Nous proposons de le remplacer par celui de *Lophophyton* (λοφός, crête, et φυτόν, végétal), qui rappelle l'une des propriétés caractéristiques de la maladie ; le parasite de la dermatomycose des poules devra dorénavant s'appeler *Lophophyton gallinæ* (Mégnin) Matr. et Dass., et la maladie dont il est l'agent pourrait prendre le nom de *Lophophytie*, ou végétation de la crête. Ce dernier vocable, s'il est adopté, aura l'avantage de faire éviter, dans l'avenir, la confusion qui pourrait naître de

(1) E. Lang : *Versuch einer Beurtheilung der Schuppenflechte nach ihren klinischen Charakteren* (Vierteljahrsschrift für Dermat. und Syphilis, t. X, 1878) (cité par R. Blanchard).

l'emploi d'un mot unique (Favus) pour désigner deux affections bien distinctes.

C'est grâce à l'obligeance de M. Railliet, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, que nous avons eu l'occasion d'étudier en détail la dermatomycose des Poules et son parasite. Nous allons donner ici les premiers résultats de nos recherches à ce sujet.

Description clinique et Evolution de la maladie spontanée.

Lorsque la maladie fait son apparition, c'est le plus souvent par le changement de couleur de la crête que l'on s'en aperçoit (1).

De ce que c'est là le premier signe apparent, on a généralement tendance à conclure que le mal débute par cette partie du corps.

Il est bien certain que la crête et les barbillons, qui ne sont pas protégés par des plumes ou des écaillles comme le sont les autres régions du corps, se trouvent plus facilement en contact avec le parasite, et que, par suite, ces appendices sont, plus que toute autre région, exposés à être atteints. Mais il ne s'en suit pas que la maladie débute toujours par les parties dépourvues d'organes de protection ; et, pour en enrayer la marche, il ne suffirait nullement d'essayer par une intervention en temps utile, de limiter l'extension des lésions à la région de la crête.

Dès que le mal devient apparent sur la crête et les barbillons, on peut, en effet, en écartant les plumes et examinant avec soin la surface du corps, constater que des lésions existent en diverses régions, particulièrement sur les côtés de la poitrine et aux environs du cloaque. Les points envahis sont recouverts d'une croûte sèche, poudreuse, squameuse, de couleur blanc sale et pouvant atteindre quelques millimètres d'épaisseur. On croirait que l'on a répandu du plâtre à la surface de la crête. Dans les autres régions du corps, les plumes se dessèchent et tombent.

Lorsqu'il s'agit de régions où le volume du calamus de ces plumes est assez considérable, la peau, mise à nu, présente un aspect assez particulier : les follicules restés béants par la chute

(1) C'est cette particularité qui a fait donner à la maladie le nom de *crête blanche* ou *maladie de la crête.*

des plumes se présentent comme de petites cupules faisant relief à la surface de la peau et creusées en leur centre d'une cavité correspondant à l'insertion de la plume. L'épiderme, dans les intervalles qui séparent ces cupules, est soulevé, desquamé, mélangé de matière poudreuse, blanc grisâtre.

Il ne nous paraît pas douteux que ce sont ces trous béants, placés au milieu d'un épiderme très visiblement altéré, que l'on a pris pour des godets de Favus et que l'on a figurés comme tels (1). Or, un godet de Favus est une formation circulaire en saillie entourant un poil et constituée par un stroma mycélien. Ce stroma prend naissance profondément, sous forme d'un anneau mycélien entourant le bulbe. Dans la suite, il rompt l'épiderme, ses bords se relèvent et le godet favique est constitué.

Ici, il ne se produit rien de semblable. On a affaire à des lésions épidermiques étendues. L'épiderme est soulevé irrégulièrement, desquamé par places sous l'action du mycélium. Ce mycélium est de couleur blanchâtre, intimement mêlé dans la lésion aux débris épidermiques exfoliés, ce qui rappelle plutôt l'aspect d'une lésion trichophytique cutanée que celui des lésions faviques. Sur une coupe transversale de la peau, intéressant un soi-disant godet, le Champignon est très nettement externe par rapport au follicule, et celui-ci est, dans son intérieur, totalement dépourvu de mycélium.

Le dessin que nous donnons (Pl. 18, fig. 2), reproduisant une photographie d'après nature, montre nettement, en *a* les follicules des plumes dans une région saine, et en *b* les mêmes follicules dans une région malade. Il est hors de doute que ce sont ces derniers qui ont été pris pour des godets véritables. C'est là une erreur : cette dermatose ne comporte pas de godets et n'est nullement un Favus. Nous verrons plus loin que l'étude du parasite confirme ce résultat, le Champignon n'étant pas un *Achorion*.

Dès que la maladie est généralisée et qu'on observe des lésions non seulement à la crête et aux parties dénudées de la tête, mais encore sur les côtés de la poitrine et au cloaque, des symptômes de fièvre apparaissent : soif intense, somnolence, température élevée,

(1) Si l'on se reporte aux figures qui ont été données à ce sujet, on pourra voir, en effet, que les godets représentés ont exactement les dimentions des follicules des plumes.

troubles digestifs, etc. Enfin, la mort peut s'en suivre, par consomption. Rivolta et Delprato (1) ont décrit, à l'autopsie, des lésions du tube digestif qui nous donnent à penser que peut-être le Champignon avait été introduit dans les cavités digestives, y produisant des altérations assez analogues à celles du tégument. Dans cette hypothèse, les symptômes généraux observés seraient les conséquences de ces altérations plutôt que d'un défaut de fonctionnement de la peau envahie.

Ajoutons, pour terminer, que la maladie n'a d'issue fatale que si les conditions hygiéniques sont mauvaises. La guérison spontanée est fréquente.

Inoculations d'animal a animal. Evolution de la maladie provoquée

Des inoculations ont été faites à quatre Poules, par simple frottis sur la crête avec de la matière prise sur la crête d'une Poule malade (2).

Au bout de quinze jours environ, chacune de ces Poules présentait, au niveau de la région inoculée, une tache blanche, d'aspect plâtreux, et ayant en diamètre un peu plus de un centimètre (Pl. 18, fig. 1). A la loupe, on reconnaît que chaque papille de la crête porte à son extrémité un petit bloc dur de matière blanche, de forme ovoïde et de la grosseur d'une fine tête d'épingle. Ce bloc est formé de cellules épidermiques intimement mélangées au Champignon parasite.

Dès cette époque, d'autres régions de l'animal sont envahies : on trouve, sous les ailes, de petites plaques érythémateuses, à bourrelet épidermique saillant, d'un gris sale, se desquamant avec facilité. D'autres lésions s'observent au voisinage du cloaque, rappelant assez celles de la crête. Les unes et les autres proviennent, non pas, comme l'ont dit certains auteurs, de l'extension en surface de la lésion originelle, mais d'une contamination secondaire,

(1) Rivolta et Delprato. *L'Ornitojatria*. Pise, 1881.

(2) Nous prions M. Railliet d'agréer nos très vifs remerciements pour l'obligeance avec laquelle il nous a fourni les premiers matériaux de cette étude. D'ailleurs les inoculations de Poule à Poule dont nous donnons ici le résultat ont été faites par lui, et il a fort aimablement mis à notre disposition les animaux inoculés pour y suivre l'évolution de la maladie.

qui s'explique par la grande mobilité du cou et par l'habitude qu'ont ces animaux d'enfouir la tête sous leur aile pour dormir.

Dans le cours des semaines ultérieures, la crête est envahie totalement et les lésions s'étendent même sur les faces latérales de la tête. Les plumes tombent spontanément.

Sous les ailes, où les plumes sont largement espacées, les lésions circulaires atteignent d'assez grandes dimensions et confluent bientôt entre elles. Comme elles guérissent d'abord en leur centre, à un moment donné les régions malades de la peau constituent une sorte de *réseau* dont les mailles, légèrement en relief, sont formées d'un épiderme desquamé recouvrant un derme vascularisé et rougeâtre.

La maladie inoculée a duré environ cinq mois. Elle a guéri spontanément, sans donner lieu aux symptômes géneraux que nous avons décrits dans la maladie originelle. Peut-être, dans ce cas, n'y a-t-il pas eu d'infection du tube digestif.

Cultures du Champignon parasite.

On prend un petit bloc de matière à l'extrémité d'une papille de la crête; on l'écrase entre deux lames de verre préalablement stérilisées; puis on sème un peu de la poudre ainsi obtenue sur différents milieux. En opérant ainsi, la culture est généralement pure d'emblée.

Sur gélatine, la culture est blanche, d'aspect tomenteux, légèrement duveteuse. La gélatine est liquéfiée et prend, au bout de quelques jours, la teinte groseille signalée par M. Duclaux et par M. Mégnin.

Sur gélose sucrée (maltose ou mannite) et peptonisée, l'aspect est le même, avec la liquéfaction en moins. Sur gélose simplement peptonisée, l'apparition du pigment est très tardive. La coloration est en outre peu intense ; parfois même elle ne se manifeste pas.

Un fait important à signaler, c'est que, si on renouvelle les les cultures plusieurs fois de suite, sur ces mêmes milieux, la couleur groseille n'apparaît plus, ou bien n'apparaît que très tardivement et plus ou moins atténuée. Souvent même elle fait défaut dès la troisième génération.

A partir des générations suivantes, la culture reste tomenteuse, blanc de neige, et se développe très abondamment en trois ou quatre jours, à la température de 25°, avec des caractères absolument identiques sur les divers milieux suivants : gélatine, gélose glycérinée, gélose mannitée, pomme de terre.

Sur pomme de terre glycérinée et sur gélose peptonisée, la vitesse de croissance est moindre et l'aspect de la culture est moins tomenteux, plus plâtreux. La culture sur pomme de terre glycérinée est assez spéciale : le mycélium est aggloméré en petites masses sub-sphériques, de 1 à 2 mill. de diamètre.

Sur sérum gélatinisé, la culture a un aspect grenu ; elle est humide, le sérum est liquéfié en partie ; le substratum resté solide prend une teinte jaunâtre au voisinage de la colonie.

En bouillon-peptone, les filaments forment dans la masse du liquide de légers flocons transparents, tandis qu'ils constituent, à la surface de la culture, une plaque duveteuse blanc neigeux.

Le lait est coagulé.

En somme, si l'on met à part la coloration du début dans certains milieux, les cultures des générations successives n'ont rien de caractéristique, et, par le seul aspect macroscopique, pourraient être confondues avec celles de divers *Achorion* et *Trichophyton*.

Inoculations a partir des cultures.

Chez la Poule, l'inoculation à partir des cultures reproduit des lésions semblables aux lésions originelles.

Pour caractériser cette maladie vis-à-vis des Favus véritables, nous avons cherché à l'inoculer aux animaux susceptibles de prendre le Favus. Le résultat a été négatif chez le Rat et chez le Chien, animaux qui cependant prennent le Favus.

Par contre, le Lapin nous a paru avoir une grande réceptivité pour cette maladie. Deux Lapins ont été inoculés à l'oreille : le premier par scarifications, le second par frottis.

Dans le premier cas, il s'est développé au point d'inoculation une plaque arrondie qui a atteint jusqu'à trois centimètres de diamètre. Les poils y sont hérissés, décolorés ; ils se cassent à divers niveaux et, finalement, tombent entièrement; la peau se desquame en écailles blanchâtres, d'aspect argenté, formant une

sorte de tapis feutré que traversent les poils. Sur l'oreille examinée par transparence, la lésion est le siège d'une hyperhémie très accentuée qui correspond exactement à l'étendue de la plaque. La lésion a guéri sans traitement, au bout de deux mois.

Le deuxième Lapin, inoculé par simple frottis, a présenté des lésions analogues.

A la base de l'oreille droite, on y pouvait voir toute une région épilée, rosée, vascularisée, dont la surface fissurée recouverte d'une poudre blanc sale, était analogue à celle qu'on observe dans la lésion chez la Poule.

Ce même Lapin, inoculé par frottis dans la région du dos, a montré, quinze jours après, une lésion circulaire de quinze millimètres de diamètre environ.

Étude microscopique du parasite.

I. *Le parasite dans les lésions.*

a. — *Poule.* Pour observer le parasite dans la lésion, il suffit de détacher quelques squames de la crête de la Poule malade, de traiter pendant quelques minutes par la potasse à froid et de colorer.

On reconnaît alors dans le Champignon deux sortes d'éléments : 1° des morceaux de mycélium tortueux (Pl. 19, fig. 4, *a*), souvent assez longs, de calibre irrégulier (2 μ à 5 μ), à paroi mince, à cloisons inéquidistantes, présentant de place en place des amorces de branches latérales cassées : ces éléments sont le plus souvent vides de protoplasma et stériles ; 2° des fragments mycéliens courts (Pl. 19, fig. 4, *b*) droits ou incurvés, formés au plus de 3-4 cellules à paroi épaisse, à contenu réfringent (dans les échantillons frais). Leurs dimensions sont d'environ 15-30 μ sur 4-6 μ. Ces articles mycéliens sont parfois bifurqués (fig. 4, *b*) ; ils proviennent visiblement du morcellement du mycélium. Ce sont les seuls éléments qui jouent un rôle dans la conservation du Champignon et dans la propagation de la maladie ; mais leur valeur morphologique est assez imprécise : on peut les distinguer, si l'on veut, sous le nom de mycélium de conservation ou de *mycélium durable*.

Ni le mycélium stérile ni le mycélium durable ne fournissent de

caractères morphologiques suffisants pour rattacher le parasite à tel ou tel groupe naturel de Champignons ; la place systématique du *Lophophyton* ne peut se déduire que de l'étude des formes sporifères que fournit la culture sur milieux artificiels. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

b. — Lapin. Dans la lésion provoquée sur le Lapin par inoculation à partir d'une culture,le *Lophophyton* présente des caractères morphologiques d'un grand intérêt. Il se développe, en effet, dans ces conditions, à la façon d'un *Trichophyton ectothrix.* Autour du poil, on observe de longs filaments qui sont grêles et purement végétatifs à une extrémité, et se transforment graduellement en un chapelet continu de chlamydospores rectangulaires à l'autre extrémité. Il est curieux de constater une telle convergence de formes dans la vie parasitaire, pour deux organismes qui bien qu'appartenant, comme nous le verrons plus loin, au même groupe botanique, diffèrent aussi nettement, sur la plupart des milieux de culture, qu'un *Trichophyton* et un *Lophophyton.*

L'examen microscopique de la lésion ne laisse aucun doute sur la valeur morphologique des spores en chapelet, dans ces deux genres : ce sont des chlamydospores intercalaires disposées en série continue.

Outre ces filaments, on trouve encore à la surface du poil et dans le follicule, des chlamydospores pluricellulaires libres, que nous étudierons plus loin à propos des cultures artificielles.

II. *Le parasite dans les cultures.*

La culture pure du *Lophophyton gallinæ* est facilement réalisable sur la plupart des milieux nutritifs usuels. Le Champignon se développe particulièrement bien sur les milieux gélosés du Dr Sabouraud, mais aussi sur pomme de terre, pomme de terre glycérinée, carotte, sérum du Cheval, etc.

Mycélium. Le mycélium est de calibre très variable, depuis 1 μ 5 jusqu'à 5-6 μ de largeur. Il est généralement grêle (milieu Sabouraud maltosé ou mannité) et très peu ramifié (pomme de terre, pomme de terre glycérinée, et surtout sérum de Cheval). Les cloisons transversales sont distribuées très irrégulièrement (fig. 7, *a*) : les premiers articles formés, à l'extrémité en voie de croissance,

sont de longueur inégale (30 μ à 5 μ) et se recloisonnent ultérieurement. Ce dernier point est particulièrement net dans les cultures sur sérum de Cheval. Là le mycélium, relativement volumineux, montre des articles renflés et en voie de cloisonnement (fig. 6, *a*) à côté d'éléments mycéliens minces et allongés.

Un caractère très fréquent du mycélium est la présence, sur les filaments, d'articles généralement évidés et présentant une hernie latérale hémisphérique (fig. 7 *c*, 8 *a*, 11 *c*); cette hernie semble correspondre à une ramification avortée et s'observe particulièrement dans les cultures sur pomme de terre (glycérinée ou non) et sur milieu Sabouraud.

Parfois ces cellules vides sont, non plus bossuées sur le côté, mais renflées régulièrement (fig. 8, *b*). Ces renflements peuvent même se présenter groupés par trois ou quatre en chapelets intercalaires, jamais terminaux (fig. 5, *b*). Ils sont toujours stériles et ne doivent pas entrer en ligne de compte dans les comparaisons morphologiques à établir.

Organes de reproduction. — L'élément reproducteur le plus constant du *Lophophyton* est la *chlamydospore intercalaire.* Dans les cultures sur pomme de terre et sur milieu Sabouraud, ces sortes de spores sont extrêmement abondantes. Elles se forment par enkystement du protoplasma dans certains articles du mycélium (Pl. 19, fig. 7, 8 et 10), les articles voisins étant vides.

Le plus souvent, ces chlamydospores ont le diamètre même du filament dont elles font partie (fig. 7 *d*, 8 *c*). Parfois, elles sont un peu renflées, avec ou sans bec latéral (fig. 5 *a*, 8 *e*, 10 *a*). Plus rarement, elles sont volumineuses et subsphériques (fig. 8 *d*, 10 *c*).

Mises en liberté, elles se présentent généralement comme un bâtonnet tronqué rectangulairement aux deux bouts (fig. 7 *d*, 10 *d*). Celles, assez rares, qui se forment à l'extrémité d'un filament, sont tronquées à la base et arrondies au sommet (fig. 5 *a'*, 10 *a'*). Enfin, on peut observer ici, comme dans divers autres Champignons producteurs de Teignes, des chlamydospores fourchues correspondant à l'enkystement — en une masse unique — d'un article mycélien et d'une courte branche latérale non cloisonnée à la base (fig. 11, *b*).

Sur certains milieux, le mycélium reste à peu près entièrement fertile. Sur sérum de cheval, par exemple (fig. 6), la presque totalité des articles mycéliens restent vivants, se renflent et constituent

des chlamydospores intercalaires. A la maturité, la désagrégation des éléments restés vivants ne se fait pas aussi complètement que dans le cas précédent : souvent deux ou plusieurs articles successifs restent associés l'un à l'autre, et lorsque la gélification des lames moyennes de certaines cloisons amène la dissociation du mycélium, les éléments isolés se trouvent être des *chlamydospores pluricellulaires* (fig. 6, *h*) qui ne sont pas sans analogie avec les hormogonies de certaines Algues Cyanophycées.

Sur gélose glycérinée et sur milieu Sabouraud, on observe, quoique en moindre abondance, les mêmes formations intercalaires (fig. 9, *a*). Mais on y rencontre aussi des chlamydospores pluricellulaires terminales, en forme de fuseau ou de battant de cloche, dont la forme est mieux définie et dont l'importance morphologique est plus considérable (fig. 9 *f*, 10 *f*). Nous appellerons ces éléments *chlamydospores en fuseau* ou simplement *fuseaux*. Les éléments reproducteurs de cette sorte sont particulièrement abondants dans les cultures sur gélose glycérinée. La figure 9 reproduit les principaux stades (fig. *c' c' c'' f*) de leur formation. A la germination, chacun des articles qui les constitue pousse un mycélium grêle qui naît perpendiculairement à l'axe général du fuseau.

Position systématique du parasite.

Le *Lophophyton gallinæ* présente, comme nous venons de le voir, deux sortes d'éléments reproducteurs différenciés : *chlamydospore en bâtonnet* (unicellulaire et intercalaire), *chlamydospore en fuseau* (pluricellulaire et terminale), avec toutes les transitions entre ces formes extrêmes.

La forme parfaite de ces champignons est encore inconnue. Mais nous estimons que l'on doit, sans aucun doute, les rattacher à la famille des Gymnoascées, parmi les Ascomycètes. Nous avons déjà montré (1) que plusieurs Champignons producteurs de Teignes chez l'Homme et les animaux (*Trichophyton*, *Achorion*, *Microsporum*) se rattachent intimement aux Gymnoascées et particulièrement au genre *Ctenomyces*.

(1) Matruchot et Dassonville : *Sur le Champignon de l'Herpès et les formes voisines, et sur la classification des Champignons* (Bull. Soc. Mycologique, 1899.)

Il en est de même pour le *Lophophyton*, mais ce parasite des Gallinacés semble s'éloigner davantage encore du type *Ctenomyces* que les Champignons parasites des Mammifères. Ici, non seulement la forme à asques est inconnue, mais la prétendue conidie des *Ctenomyces* (laquelle, comme nous l'avons montré (1) est une véritable chlamydospore latérale), n'existe pas non plus. Si l'on ne connaissait pas les chaînons intermédiaires de la série qui va du *Ctenomyces* au *Lophophyton*, le rattachement de ce dernier aux Gymnoascées serait parfaitement hypothétique et d'ailleurs peu vraisemblable *à priori*. Mais par l'examen des autres champignons des Teignes, où les diverses sortes d'éléments reproducteurs (chlamydospores latérales, chlamydospores en bâtonnet, chlamydospores pluricellulaires intercalaires et chlamydospores en fuseau) sont plus ou moins bien représentés, selon les types, on arrive à la conclusion suivante :

Le *Lophophyton gallinæ* est une Gymnoascée qui semble avoir perdu la faculté de produire des ascospores et des conidies (ou chlamydospores latérales), mais qui a conservé et accentué la propriété de donner des chlamydospores en bâtonnet et en fuseau. Ce Champignon se place donc à l'extrémité d'une série qui aurait pour point de départ les *Ctenomyces*, où les bâtonnets et les fuseaux sont l'exception, et qui comprendrait comme cas intermédiaires les divers Champignons des Teignes des animaux mammifères.

Conclusions.

Il résulte de ce qui précède que la dermatomycose appelée jusqu'à ce jour *Favus des Poules*, *crête blanche*, *maladie de la crête*, etc., doit être considérée comme bien distincte des autres dermatomycoses et en particulier des Favus. Elle doit donc être désignée d'un nom particulier.

Le parasite qui la provoque est le Champignon dénommé par M. Mégnin *Epidermophyton gallinæ* et étudié sous ce nom par d'autres auteurs (Costantin, Sabrazès, etc.). Pour des raisons de priorité le nom d'*Epidermophyton* devant disparaître, nous proposons, pour le remplacer, celui de *Lophophyton* Matr. et Dass., et la mala-

(1) Matruchot et Dassonville : *Sur le Ctenomyces serratus* Eidam *comparé aux Champignons des Teignes* (Bull. Soc. Mycol., nov. 1899).

die dont le *Lophophyton gallinæ* est l'agent pourra, si l'on veut, prendre le nom de *Lophophytie.*

La maladie s'observe à l'état spontané chez les Gallinacés, non chez les Mammifères, ce qui la différencie des dermatomycoses s'attaquant spontanément aux poils (teigne trichophytique, teigne de Grüby).

Elle provoque des lésions épidermiques *superficielles* et ne détermine ni croûtes cireuses, ni godets, ce qui cliquement la différencie des Favus.

Le parasite est caractérisé dans les lésions, par un *mycélium durable* formé de courts articles 3-4 cellulaires ; dans les cultures par l'absence de chlamydospores latérales, et par la présence de deux sortes de spores différenciées : chlamydospore intercalaire en *bâtonnet*, chlamydospore terminale en *fuseau*, avec tous les intermédiaires entre ces deux types extrêmes.

Au point de vue botanique, le *Lophophyton gallinæ* se rattache à la famille des Gymnoascées parmi les Ascomycètes. La forme parfaite en est encore inconnue. Les chlamydospores latérales (forme dite conidienne des Gymnoascées) font défaut. Mais la présence des deux sortes de chlamydospores citées plus haut doit le faire considérer comme le terme extrême d'une série se rattachant au genre *Ctenomyces* par l'intermédiaire des *Trichophyton*, des *Microsporum* et des *Achorion.*

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 18.

Fig. 1. — Photographie d'une poule inoculée à la crête avec le *Lophophyton gallinæ* (= *Epidermophyton gallinæ* Mégn.) ; la lésion forme une tache circulaire blanche.

Fig. 2 et 3. — Photographies de la peau d'une Poule atteinte de Lophophytie (= Favus) ; *a*, région malade ; *b*, région saine. Les follicules sont semblables dans les deux régions ; seule, la surface de l'épiderme est attaquée.

Planche 19.

Fig. 4. — Le *Lophophyton gallinæ* dans la lésion ; *a*, mycélium stérile ; *b*, mycélium durable, Gr = 575.

Fig. 5. — Culture du parasite sur gélose de Bœuf ; *a*, *a'*, chlamydospores ; *b*, renflements mycéliens. Gr. = 480.

Fig. 6. — Culture sur sérum de Cheval ; *a*, cellules en voie de cloisonnement ; *h*, morceaux de mycélium se détachant d'un bloc, à la façon d'une hormogonie. Gr. = 480.

Fig. 7. — Culture sur pomme de terre ; *c*, hernies mycéliennes ; *d*, chlamydospores intercalaires ; *b*, chlamydospore terminale. Gr. = 480.

Fig. 8. — Culture sur milieu Sabouraud mannité ; *a*, *b*, hernies et renflement mycéliens ; *c*, *d*, *e*, *k*, chlamydospores intercalaires. Gr. = 575.

Fig. 9. — Culture sur gélose de Bœuf glycérinée ; *a*, *b*, chlamydospores pluricellulaires ; *c*, *c'*, *c"*, *f*, développement d'une chlamydospore en fuseau. Gr. = 480.

Fig. 10. — Culture sur milieu Sabouraud maltosé ; *a*, *b*, *c*, chlamydospores intercalaires ; *d*, chlamydospore terminale unicellulaire ; *f*, chlamydospore terminale pluricellulaire. Gr. = 480.

Fig. 11. — Culture sur pomme de terre glycérinée ; *a*, chlamydospores bicellulaires ; *b*, chlamydospores fourchues ; *c*, hernie mycélienne. Gr. = 480.

INFLUENCE DE L'ACIDE CARBONIQUE

SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES PLANTES

par M. E. C. TÉODORESCO

Le carbone formant à peu près la moitié du poids de la substance sèche chez les végétaux, et se trouvant dans toutes les combinaisons organiques d'origine végétale, il n'est pas étonnant que de très nombreux travaux aient été faits pour étudier comment cet élément arrive à faire partie des tissus des plantes, et quels sont les composés qui fournissent ce carbone. Ces recherches ont démontré que l'acide carbonique, qui entre dans la composition de l'air atmosphérique ou qui se trouve dissous dans l'eau, est la principale source où les plantes à chlorophylle et même quelques-unes dépourvues de ce pigment, puisent le carbone indispensable à la synthèse des diverses substances organiques.

Mais les recherches qui ont été faites jusqu'à présent sont d'ordre à peu près exclusivement physiologique ou chimique. Par contre les recherches morphologiques sur cette question sont très peu nombreuses. Or, s'il est important de savoir que l'acide carbonique fournit à la plante son carbone, que ce carbone en se combinant avec d'autres éléments, donne naissance à diverses substances qui se trouvent dans la cellule, il n'en est pas moins important, je crois, d'apprendre quels sont les tissus qui sont le plus influencés par la présence ou par l'absence de ce gaz, et, s'il y a des changements, dans quel sens ils se produisent.

Je me propose, dans ce travail, de comparer la structure des plantes ayant vécu, les unes dans l'air contenant plus d'acide carbonique que l'air ordinaire, les autres dans de l'air dépourvu de ce gaz, autant qu'il est possible.

I. MÉTHODE EMPLOYÉE

Les plantes que je compare doivent nécessairement rester en expérience pendant une période assez longue (30 à 45 jours). Pour qu'elles soient dans des bonnes conditions de végétation, j'emploie le dispositif suivant (Pl. 20).

Deux grandes cloches, ayant chacune environ quarante litres de capacité, sont destinées à recevoir les plantes sur lesquelles on opère ; dans l'une *Cs* passera de l'air dépouillé d'acide carbonique, dans l'autre *Ca* de l'air très chargé de ce gaz ; toutes deux sont placées sur des plaques de verre rodé et fixées à ces plaques par de la cire molle et de la gélatine glycérinée, pour empêcher l'accès de l'air ordinaire.

L'air est amené dans ces cloches au moyen d'un aspirateur *As*, par le tube *T* ; à l'extrémité de ce tube l'air se divise en deux courants.

1° *Air dépouillé d'acide carbonique.* — A sa sortie du tube *T*, une partie de l'air est dirigée, par le tube t_1, vers une série de tubes Schloesing (*S*) pleins d'une solution concentrée de potasse caustique, qui absorbe l'acide carbonique. Les tubes Schloesing sont en communication, à l'aide d'un tube en *T*, pourvu d'un robinet à trois voies (r^1) avec la cloche *Cs*. Ce robinet à trois voies a pour but de permettre de faire des prises de gaz dans la cloche *Cs* et d'analyser l'air qui s'y trouve.

Le gaz qui arrive dans cette cloche ne contient naturellement aucune trace d'acide carbonique. Mais les plantes qui s'y développent respirent et dégagent une certaine quantité de ce gaz ; au bout d'un temps plus ou moins long, l'air de la cloche *Cs* contiendrait donc une assez forte proportion d'acide carbonique ; pour le purifier, on le renouvelle en faisant fonctionner l'aspirateur. En outre, au fond de la cloche et à diverses hauteurs, on place de petits vases (*vp*) contenant des fragments de potasse caustique, qui absorbent le gaz carbonique à mesure qu'il s'en dégage. D'autres vases (*vs*) contiennent de l'acide sulfurique, qui sert à absorber la vapeur d'eau produite par la transpiration des plantes.

L'air qui sort de la cloche *Cs* n'entre pas directement dans

l'aspirateur, mais traverse d'abord un cylindre laveur L_1, dans lequel il y a une solution concentrée de potasse caustique. Le rôle de ce cylindre laveur est d'empêcher l'air de l'aspirateur et des autres parties de l'appareil de refluer vers la cloche *Cs*, quand, pour un motif quelconque, il se produit un courant en sens contraire de celui produit par l'aspirateur. Un tel courant contraire est alors arrêté par la solution de potasse caustique du cylindre laveur. Du cylindre L^1, l'air passe par le tube t_3 dans l'aspirateur *As*.

2° *Air riche en acide carbonique.* — A sa sortie du tube *T*, une partie de l'air est dirigé par le tube t_2, et, avant d'arriver à la cloche *Ca*, il passe par un cylindre laveur *L*, plein d'eau. Le rôle de ce cylindre est d'égaliser les deux courants d'air, qui se dirigent l'un par le tube t_1, l'autre par le tube t_2. Si ce cylindre manquait, le courant d'air ne pénétrerait que par le tube t_2, parce que dans cette voie il ne rencontrerait pas la résistance du liquide qui remplit les tubes Schloesing. Du cylindre *L*, l'air passe dans la cloche *Ca* ; en r_2 il y a un robinet à trois voies ; ce robinet, comme le précédent r_1, est indispensable quand on veut faire des prises et des analyses d'air. L'air amené par la voie que nous venons de suivre contient donc la même quantité d'acide carbonique que l'air ordinaire.

Pour obtenir une atmosphère plus riche en acide carbonique, j'emploie le dispositif suivant : un appareil Saint-Claire Deville (*D*) sert à produire du gaz carbonique à l'aide de marbre et d'acide chlorhydrique. Je verse dans le vase *A* de l'acide chlorhydrique, de manière que dans le vase *B*, le niveau du liquide monte jusqu'à la hauteur qui sépare les morceaux de verre (*v*) des morceaux de marbre (*m*). L'acide carbonique produit par cet appareil passe par une série de cylindres laveurs, dont l'un seulement (L^2) est représenté dans la figure. Ces cylindres contiennent du bicarbonate de soude, qui absorbe les vapeurs d'acide chlorhydrique mélangées avec l'acide carbonique. Le cylindre L_2 communique, par un tube de caoutchouc, avec le tube t_4, qui apporte l'air ordinaire dans la cloche *Ca* ; l'air de cette cloche se surcharge donc d'acide carbonique.

Voici maintenant comment je règle l'appareil, pour introduire dans la cloche *Ca*, et d'une manière continue, une quantité à peu près constante d'acide carbonique. Je fais fonctionner l'aspirateur *As* ; le niveau de l'acide chlorhydrique baisse dans le vase *A* et monte dans le vase *B*, jusqu'à ce qu'il vienne en contact avec le marbre.

Par sa pression propre et par l'aspiration, l'acide carbonique produit tend à sortir de *B* et à entrer dans la cloche *Ca* ; or, avec une pince *p*, qui rétrécit le tube de caoutchouc, on peut régler l'appareil de manière à laisser sortir, par les tubes laveurs L_2, un nombre déterminé de bulles d'acide carbonique ; ce gaz va se mélanger dans la cloche *Ca*, avec l'air ordinaire amené par le tube t_2. On règle à l'aide de la pince le nombre de bulles de façon à obtenir une atmosphère contenant une proportion d'acide carbonique, qui, dans mes expériences, a oscillé entre 1,5 °/₀ et 2 °/₀. D'autre part la quantité d'acide produite dans l'appareil Sainte-Claire Deville ne dépasse pas une certaine limite. En effet, quand il se produit trop de ce gaz, la pression sur la surface du liquide du vase *B* fait baisser le niveau et le marbre cesse d'être attaqué; si au contraire la quantité d'acide carbonique du vase *B* diminue, le niveau de l'acide chlorhydrique de ce vase s'élève, et la production du gaz carbonique recommence. Après quelques oscillations, l'appareil producteur d'acide carbonique se règle lui-même.

L'appareil ainsi monté a fonctionné pendant toute la durée des expériences, dehors, en plein air; cependant il était abrité contre les rayons directs du soleil. L'état hygrométrique était toujours le même dans les deux cloches ; il était mesuré par les deux petits hygromètres (*h*) qui marquaient 65° à 70°.

Les plantes ont été cultivées pour la plupart dans une solution nutritive (liqueur de Knop) ; dans ce cas les plantes étaient introduites dans l'appareil dès le début de leur germination. Pour quelques plantes j'ai fait des cultures dans la terre ou bien sur de la mousse humide.

II. PARTIE EXPÉRIMENTALE.

Comme nous le verrons plus loin, la plupart des auteurs qui se sont occupés de l'influence qu'exerce l'acide carbonique sur la forme extérieure des plantes, ont trouvé que cette influence est nulle ou inappréciable. Cela tient probablement à ce que leurs cultures étaient prolongées pendant très peu de temps, quelques jours, habituellement. La durée des cultures que j'ai faites était relativement assez longue (de 30 à 45 jours) ; ce n'est que par ce

procédé qu'on peut trouver des différences appréciables dans la forme et la structure des plantes qu'on veut comparer.

J'ai expérimenté sur des Hépatiques d'une part, sur des Phanérogames de l'autre.

A. HÉPATIQUES

a. Morphologie externe

1. Marchantia polymorpha.

Deux thalles, aussi semblables que possible, ont été placés sur de la tourbe humide, et ont été introduits, l'une sous la cloche contenant de l'acide carbonique, l'autre sous celle où ce gaz manquait. Au moment de la mise en culture les thalles avaient la forme représentée dans la figure 104 (*P*); ils présentaient trois ramifications (I, II, III) et ne portaient pas encore de corbeilles à propagules, ni d'autres organes reproducteurs. Les trois ramifications avaient en moyenne les dimensions suivantes :

Branche	Longueur	Largeur
I	13mm	4mm
II	19 »	9 »
III	18 »	4 »

Au bout de trente-cinq jours de végétation (du 1er août au 4 septembre), on constate des différences très grandes, quant à la forme et aux dimensions du thalle. Le thalle cultivé dans une atmosphère dépourvue d'acide carbonique (fig. 104, *S*) a ses trois principales ramifications (I, II, III) un peu plus grandes qu'au commencement de l'expérience. Ainsi :

Branche	Longueur	Largeur
I	16mm	10mm
II	21 »	6 »
III	19 »	7 »

En outre la branche I a produit deux petites ramifications (1, 2) qui ont à peine 4mm de longueur, la branche II a donné naissance à une seule nouvelle ramification (3), ayant 6mm de longueur; enfin la branche III n'en a produit également qu'une seule (*4*), ayant à peine 3mm de longueur. Ce thalle a produit donc en tout quatre nouvelles branches.

Le thalle qui a été mis dans une atmosphère chargée d'acide carbonique (fig. 104, *A*), diffère beaucoup plus du thalle primitif et en même temps de celui qui a poussé sans acide carbonique. Ainsi :

Branche	Longueur	Largeur
I	22mm	18mm
II	27 »	13 »
III	23 »	12 »

D'autre part le nombre et surtout les dimensions des branches nouvellement formées sont plus considérables que chez les plantes cultivées sans acide carbonique. Ainsi la branche I a produit deux ramifications : une longue de 10mm (1), l'autre longue de 17mm (2) ; la branche II en a produit également deux, ayant respectivement

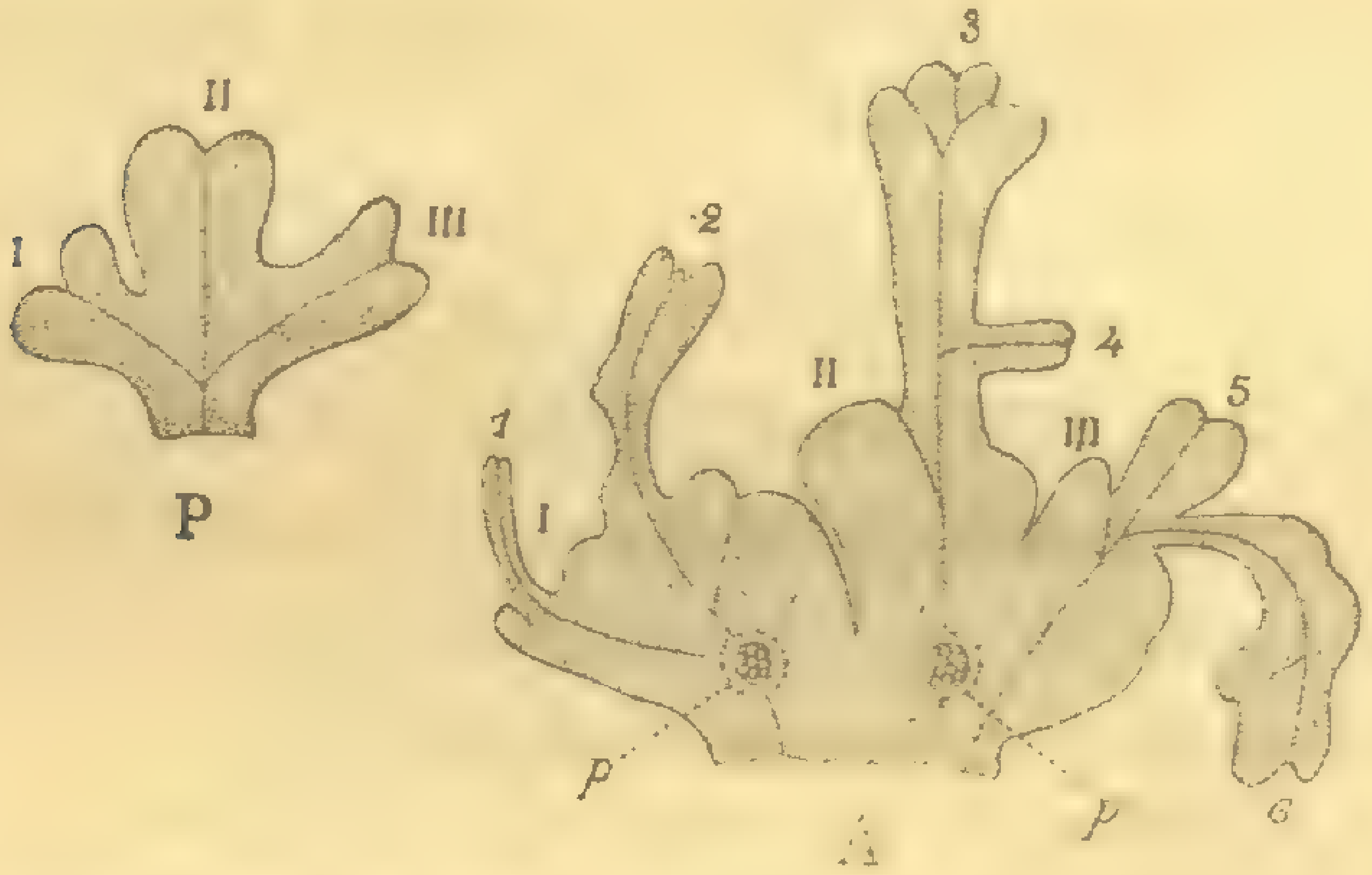


Fig. 104 à 106. — *Marchantia polymorpha*. *P*, thalle primitif ; *A*, thalle cultivé avec acide carbonique ; *S*, thalle cultivé sans acide carbonique.

les longueurs de 23mm (3) et de 4mm (4). Enfin sur la branche III, il s'est formé la branche 5, qui est de 8mm, et la branche 6, de 21mm.

Une autre différence entre les deux thalles, c'est que sur le second (cultivé avec acide carbonique), on observe, au bout de trente-cinq jours de végétation, la formation de deux corbeilles à propagules (*p*, *p*), tandis que sur le premier ces organes manquent complètement.

2. Lunularia vulgaris.

Cette Hépatique, qui a été mise en culture en même temps et dans les mêmes conditions que l'espèce précédente, présente à peu près les mêmes caractères généraux, au point de vue de la morphologie externe, que le *Marchantia polymorpha*. On a choisi deux

portions de thalle, composées chacune de deux lames, et dépourvues de corbeilles à propagules (fig. 107, *P*). Chacune des lames I et II avait, en moyenne, au commencement de l'expérience, les dimensions suivantes :

Branche	Longueur	Largeur
I	20mm	4mm
II	22 »	4 »

La culture a été prolongée plus longtemps que pour le *Marchantia ;* elle a été commencée le 1er août et a pris fin le 14 septembre, en tout quarante-cinq jours.

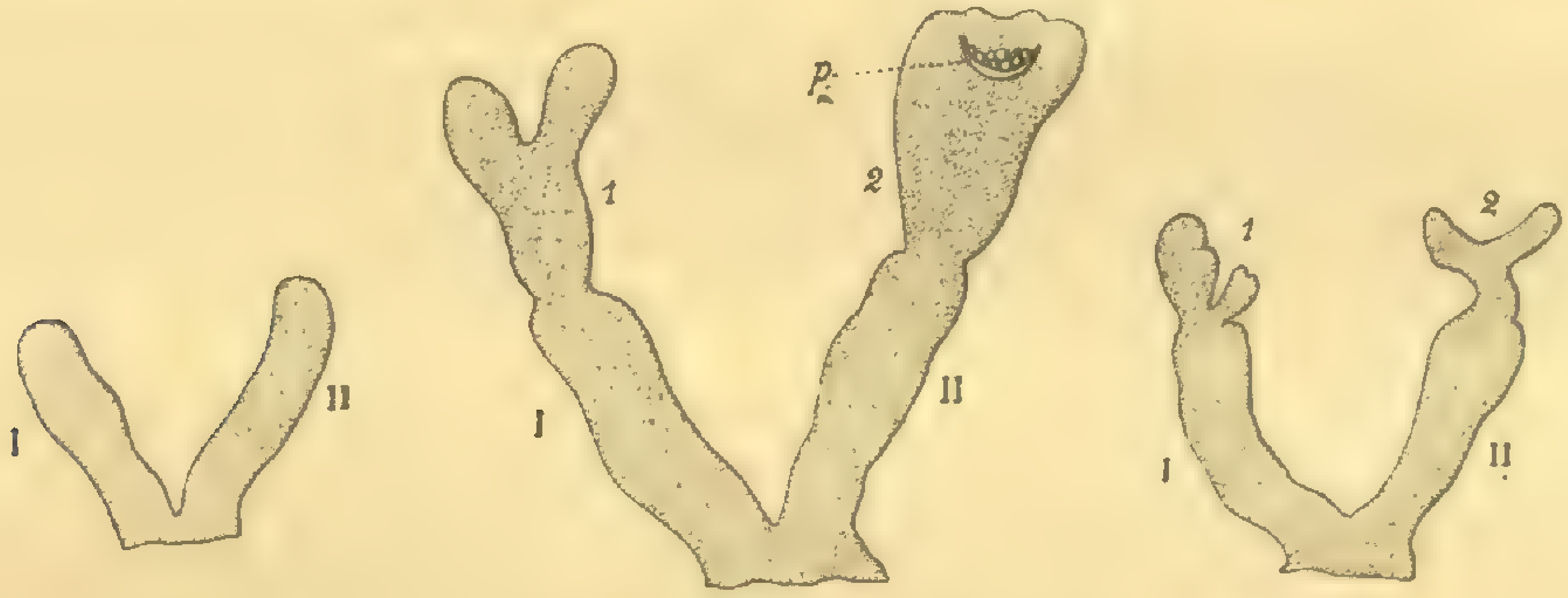


Fig. 107 à 109. — *Lunularia vulgaris. P*, thalle primitif ; *A*, thalle cultivé avec acide carbonique ; *S*, thalle cultivé sans acide carbonique.

Au bout de ce temps le thalle cultivé sans acide carbonique (fig. 107, *S*), s'est très peu accru ; il avait les dimensions suivantes :

Branche	Longueur	Largeur
I	22mm	6mm
II	23 »	6 »

On voit donc que les différences sont très faibles entre le thalle primitivement mis en culture et celui qui a été laissé pendant quarante-cinq jours dans une atmosphère sans acide carbonique. Chaque lame primitive a donné naissance, à son extrémité, à une autre nouvelle lame, l'une (1) ayant 8mm de longueur, l'autre (2) 10mm. Ces deux nouvelles lames sont moins larges que les lames primitives qu'elles prolongent. A ajouter qu'il ne s'est pas formé de corbeilles à propagules.

Au contraire, le thalle cultivé dans l'air chargé d'acide carbonique (fig. 107, *A*) diffère beaucoup plus du thalle primitif. Ainsi, les lames primitives ont acquis les dimensions suivantes :

Branche	Longueur	Largeur
I	28mm	9mm
II	30 »	9 »

En outre, la lame I s'est prolongée en une branche nouvelle, longue de 18mm et dichotomisée à son extrémité (1); la lame II a donné naissance à une branche de 19mm (2) ; à ajouter que les nouvelles branches sont tout aussi larges et même un peu plus larges que les lames aux extrémités desquelles elles ont pris naissance.

Un fait important à noter, c'est la formation d'une corbeille à propagules *p* sur la branche II.

En résumé, les cultures faites avec les Hépatiques nous fournissent les résultats suivants, quant à la morphologie externe :

1° Les corbeilles à propagules ne se sont formées que sur les thalles placés dans une atmosphère qui contient de l'acide carbonique ;

2° L'appareil végétatif est beaucoup plus développé dans cette dernière atmosphère.

b. Morphologie interne

1. Marchantia polymorpha.

Les coupes transversales faites dans les lames qui se sont développées pendant l'expérience, montre, chez les plantes cultivées avec acide carbonique, la structure d'un thalle qui a poussé dans les conditions ordinaires de végétation. La partie centrale (fig. 110) est formée par un parenchyme compact, sans chloroleucites ; à la partie supérieure se trouvent des chambres aérifères contiguës, séparées par des lames formées d'une seule épaisseur de cellules ; ces chambres sont recouvertes par l'épiderme ; celui-ci est percé d'un ostiole au milieu du toit qui recouvre chaque chambre. Du fond de ces chambres partent des filaments confervoïdes, formés de cellules pleines de chloroleucites.

Il existe également des chloroleucites, quoique moins nombreux, dans les cellules de l'épiderme qui recouvrent les chambres, ainsi que dans celles qui constituent les parois latérales et inférieures des chambres. Dans les cellules de l'épiderme, les chloroleucites sont disposés le long des parois supérieure et inférieure ; dans celles de

l'assise qui forme le fond des chambres, ces corpuscules sont groupés vers la paroi supérieure seulement.

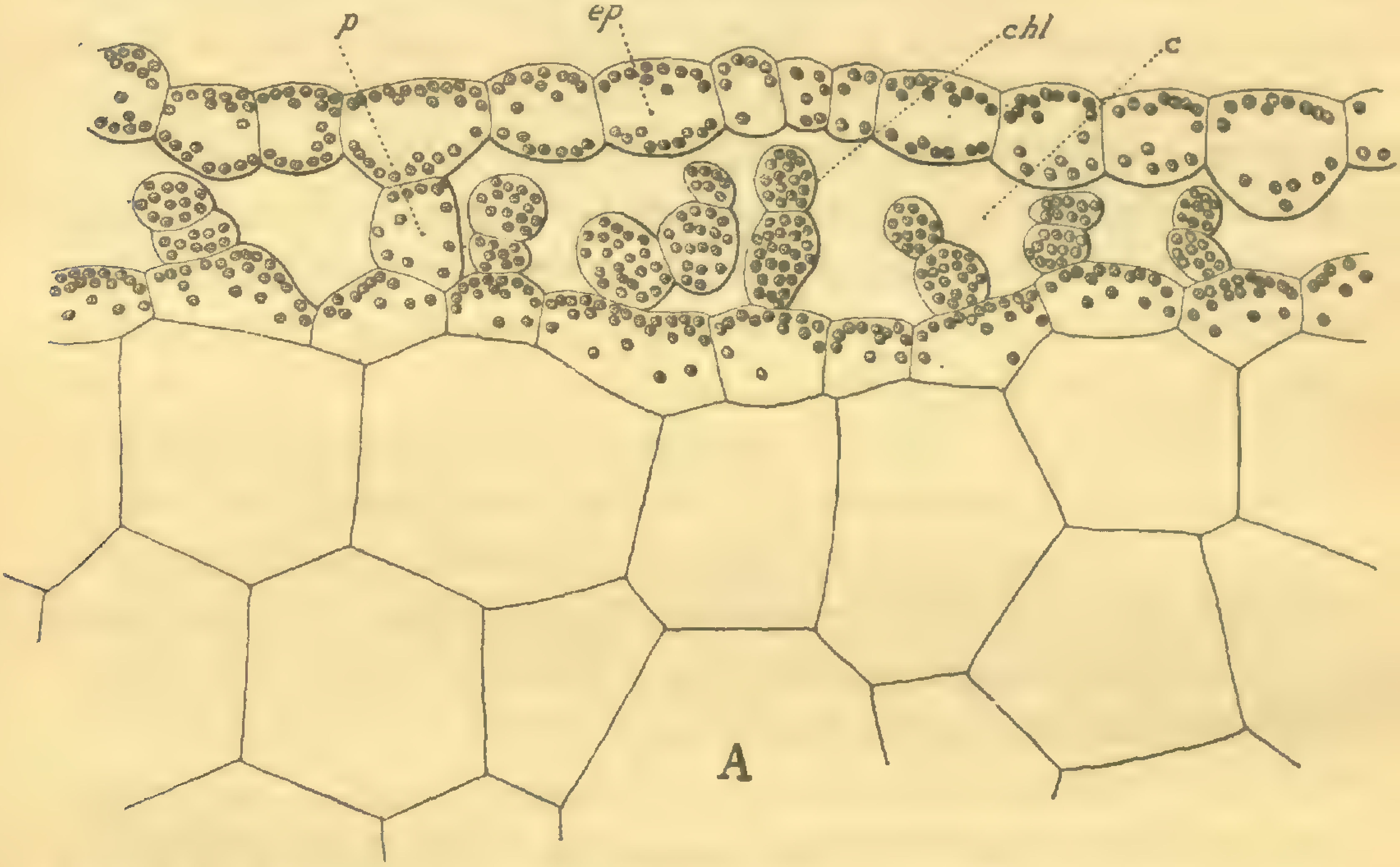


Fig. 110. — *Marchantia polymorpha.* Section transversale d'un thalle cultivé avec acide carbonique : *ep*, épiderme ; *c*, chambre aérifère ; *p*, paroi de séparation des chambres aérifères ; *chl*, filaments à chloroleucites.

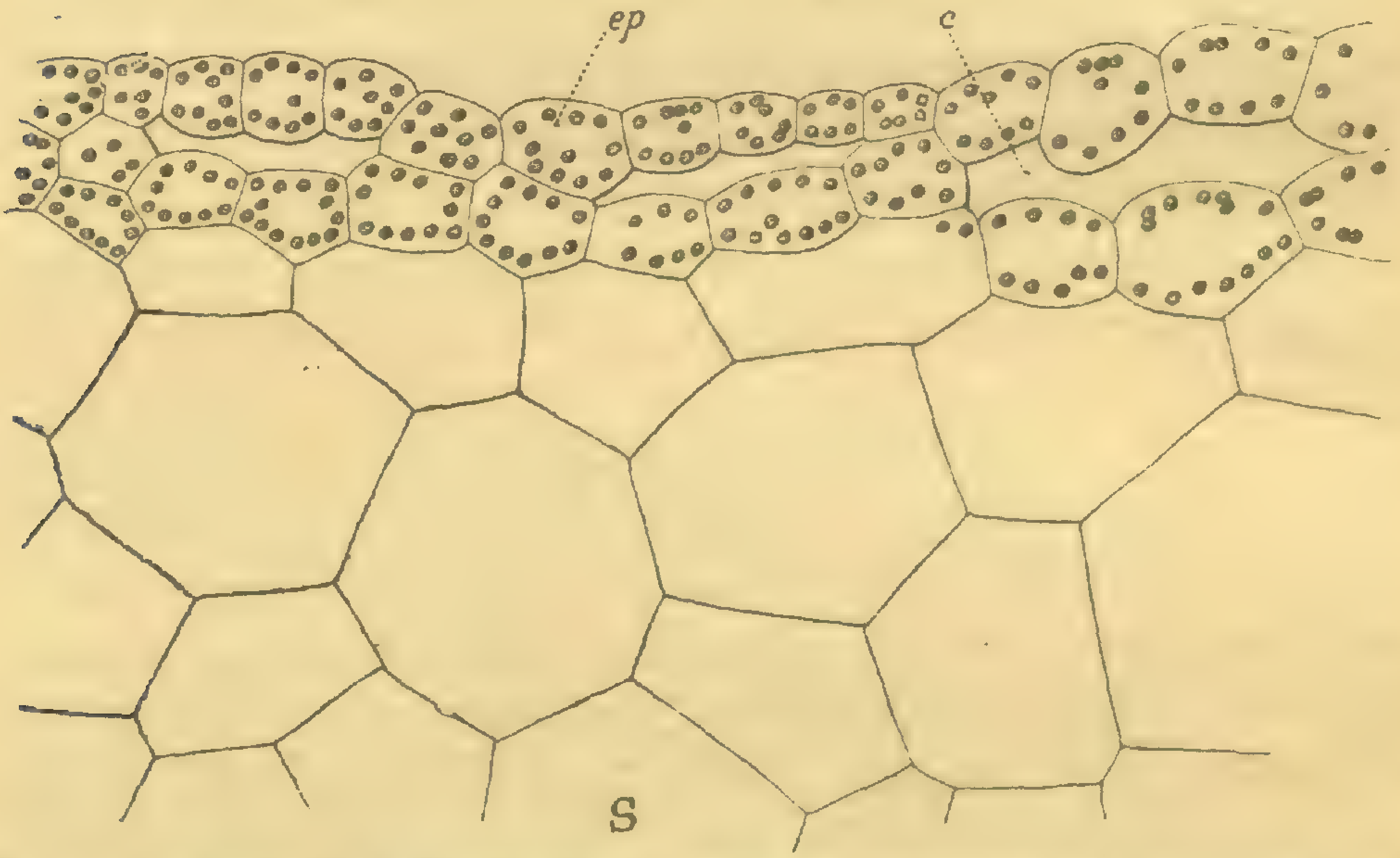


Fig. 111. — *Marchantia polymorpha.* Section transversale d'un thalle cultivé sans acide carbonique : *ep*, épiderme ; *c*, chambre aérifère.

Ce qui frappe surtout quand on observe les coupes transversales

d'un thalle ayant poussé dans l'air dépouillé d'acide carbonique, c'est l'absence complète des filaments confervoïdes, qui représentent le tissu assimilateur du *Marchantia* (fig. 111). Les chambres aérifères, qui dans le cas précédant renfermaient ces filaments, sont beaucoup moins grandes, elles sont très aplaties, le plancher et le toit se touchent presque. Aussi bien dans les cellules épidermiques que dans celles qui tapissent le fond des chambres, on observe des chloroleucites, mais en moindre nombre que dans l'atmosphère riche en acide carbonïque.

La réduction ou même la disparition complète des chambres aérifères et des filaments confervoïdes ont été observés aussi dans d'autres conditions. C'est ainsi que M. Beauverie (1) l'a constaté en cultivant des thalles de *Marchantia* et de *Lunularia*, dans des conditions telles qu'ils « ne recevaient que peu de lumière, sans cependant que le défaut de celle-ci allât jusqu'à produire l'étiolement du végétal ». J'ai observé les mêmes changements sur les thalles de *Marchantia* qui s'étaient développés pendant un mois à l'obscurité complète. Dans ce dernier cas les réductions étaient, bien entendu, plus accentuées que dans les cultures de M. Beauverie ; seulement j'ai constaté toujours la présence des ostioles (pseudostomates).

En ce qui concerne le parenchyme qui forme la partie principale du thalle, ainsi que les amphigastres et les deux sortes de poils absorbants qui se trouvent à la partie inférieure du thalle, on ne constate aucune différence sensible, quand on compare les individus qui se sont développés dans l'air chargé d'acide carbonique, avec ceux qui ont poussé dans l'atmosphère dépourvue de ce gaz.

2. Lunularia vulgaris.

J'ai observé les mêmes changements anatomiques que pour le *Marchantia ;* seulement, chez les plantes cultivées sans acide carbonique, les filaments assimilateurs confervoïdes ne disparaissent pas complètement. Tandis que dans l'air chargé de ce gaz, les filaments étaient formés de trois à quatre cellules, on observe que dans l'air privé d'acide carbonique, les filaments étaient réduits à une

(1) J. Beauverie : *Études des modifications morphologiques et anatomiques des thalles de Marchantia et Lunularia* (Annales de la Soc. Linnéenne de Lyon, t. XLIV, 1897).

seule cellule, qui s'élevait sur le fond des chambres aérifères, très réduites d'ailleurs. Les pseudostomates existaient toujours sur les thalles cultivés sans acide carbonique.

B. PHANÉROGAMES

Tous les auteurs qui se sont occupés de l'influence de l'acide carbonique sur le développement des végétaux, n'ont expérimenté que sur des Phanérogames. Les résultats obtenus par eux ne sont pas cependant concordants.

Ainsi M. Godlewski (1) a trouvé que les plantes cultivées dans une atmosphère qui ne contient pas d'acide carbonique (et qui par conséquent n'assimilent pas), ont un faciès normal et ne présentent aucun caractère de ressemblance avec les plantes étiolées. Les feuilles de *Phaseolus*, par exemple, étaient un peu plus petites dans l'air dépourvu d'acide carbonique, mais leur longueur et leur largeur étaient deux fois plus grandes que celles des plantes étiolées, et les tiges ne présentaient aucun signe d'allongement comparable à celui qu'on observe chez les plantes qui poussent à l'obscurité.

D'autre part M. Vines (2) a trouvé que les feuilles s'accroissent également dans une atmosphère dépourvue d'acide carbonique, comme dans une atmosphère qui en contient, pourvu que les plantes aient des réserves à la disposition. Par conséquent, d'après cet auteur les feuilles n'ont pas besoin d'assimiler pour pouvoir s'agrandir.

D'après M. Montemartini (3) la première paire de feuilles de *Pisum sativum* a des surfaces plus grandes dans une atmosphère qui contient 4 °/₀ d'acide carbonique, que dans l'air ordinaire.

M. Jumelle (4) a observé également le développement plus faible des feuilles dans un milieu éclairé, mais privé d'acide carbonique.

Tandis que les auteurs précédents ont observé que l'absence

(1) Godlewski : Botanische Zeitung, 1879, page 89.

(2) Vines : *The influence of Light upon the Growth of Leaves* (Arb. d. bot. Inst. Würzburg, Bd. II, Heft 1, pag. 121).

(3) Montemartini : *Sull'influenza di atmosfere ricche di biossido di carbonio sopra lo sviluppo et la struttura delle foglie* (Atti del R. Istituto botanico di Pavia, 1894).

(4) Jumelle : *Revue des travaux de physiologie et chimie végétales* (Rev. gén. de Botanique, t. 18).

de l'acide carbonique ne peut avoir aucune influence sur la croissance des feuilles (Vines), ou bien que les différences ne sont pas très grandes, les nouvelles recherches de M. Vöchting (1), paraissent montrer le contraire. Ce savant trouve qu'il y a une relation étroite entre l'accroissement de la feuille et sa faculté d'assimilation ; une feuille ne se développe que faiblement si elle se trouve dans un air privé d'acide carbonique. Il introduit la partie supérieure d'une plante dans une cloche où passe un courant d'air débarrassé de tout acide carbonique. Bien que la partie inférieure de cette plante reste dans l'air ordinaire, les feuilles déjà un peu développées de l'autre partie *ne s'accroissent plus*, *s'altèrent* peu à peu et périssent au bout d'un temps plus ou moins long. On n'observe guère qu'un faible développement de toutes jeunes pousses. M. Vöchting essaie d'expliquer ce phénomène par deux hypothèses : ou bien la feuille, une fois formée, ne peut plus recevoir des substances nutritives de la tige, parce que dans la feuille qui se forme le mouvement de ces substances de la tige vers la feuille, peut se faire, tandis que plus tard ce mouvement est empêché ; ou bien le mouvement se continue, mais les substances qui viennent de la tige ne sont pas suffisantes pour que la feuille puisse s'accroître.

Je passe maintenant aux résultats que j'ai obtenus quant à la morphologie externe et à la structure des Phanérogames.

a. *Morphologie externe.*

En ce qui concerne la morphologie externe, je vais indiquer les résultats que j'ai obtenus pour les plantes suivantes : *Lupinus albus*, *Phaseolus multiflorus*, *Faba vulgaris*, *Pisum sativum*, *Asparagus officinalis*, *Cucurbita Pepo*, *Borrago officinalis* et *Datura Stramonium*.

1. **Lupinus albus.**

Th. de Saussure (2) a montré que les graines ne germent pas dans une atmosphère d'acide carbonique et que même une petite

(1) Vöchting : *Ueber d. Abhangigkeit d. Laubblattes von seiner Assimilations thätigkeit* (Bot. Zeitung, 1891).

(2) Th. de Saussure : *Recherches chimiques sur la végétation*, 1804, p. 25.

quantité de ce gaz (telle qu'un douzième), mêlée à l'air atmosphérique ordinaire, nuit à la germination et la retarde, soit à la lumière soit à l'ombre. Au contraire lorsqu'on introduit sous un récipient, où l'on fait germer des graines, de la potasse ou une substance propre à absorber l'acide carbonique, la germination est un peu accélérée. Il a constaté de même que la germination s'opérait plus tôt dans du sable humide ou entre deux éponges mouillées, que dans du terreau; cela tient, d'après de Saussure, à ce que le terreau dégage de l'acide carbonique.

Or, il m'a semblé, comme on peut le voir d'après l'exposé qui suit, que non seulement la germination, mais encore le développement pendant le premier stade qui suit la germination, est retardé par une atmosphère surchargée en acide carbonique; ce stade coïncide en général avec le temps pendant lequel la plante est en train de consommer les réserves de ses cotylédons ou de son albumen.

En effet, suivons la marche du développement du Lupin blanc. Au bout de treize jours de végétation, les tiges de cette plante, dans les deux lots, ont allongé leur axe *hypocotylé et développé* un entre-nœud épicotylé. Chacune de ces parties est plus allongée chez les plantes qui n'ont pas eu d'acide à leur disposition. Au bout de trente-trois jours, les différences ont changé : la tige comprend deux entre-nœuds au-dessus des cotylédons, et l'on constate alors que, là où il y a de l'acide carbonique, l'axe hypocotylé continue à rester plus court, mais le premier entre-nœud épicotylé s'est allongé et a atteint la même longueur que chez les plantes cultivées sans ce gaz. Enfin le deuxième entre-nœud, qui s'est développé pendant les vingt derniers jours de végétation, est plus long en présence de l'acide carbonique. C'est dans cette dernière condition que la tige acquiert une longueur totale plus considérable.

En ce qui concerne la grandeur des feuilles, j'ai observé que la surface des limbes est plus grande dans l'atmosphère qui contient de l'acide carbonique. Voici, à titre d'exemple, les nombres fournis par une des cultures :

a. *Plantes cultivées avec acide carbonique* :

Foliole médiane	58 millim. carrés
» extrême	49 » »

b. *Plantes cultivées sans acide carbonique :*

Foliole médiane.	48 millim. carrés
» extrême.	37 » »

On voit donc, par les données précédentes, que mes résultats se rapprochent le plus de ceux obtenus par MM. Godlewski, et surtout Montemartini. Il en est de même pour les feuilles de la plupart des plantes que je décrirai dans la suite.

2. Phaseolus multiflorus.

Au bout de trente-trois jours de végétation, on observe pour la tige de cette plante des faits analogues à ceux constatés pour la tige de l'espèce précédente. L'axe hypocotylé des plantes qui ont poussé sous les cloches sans acide carbonique, est deux fois plus long que celui des plantes cultivées dans une atmosphère chargée de ce gaz. Mais pour la tige épicotylée, tous les entrenœuds sont, au contraire, plus longs chez les plantes cultivées avec acide carbonique.

Comme pour l'espèce précédente, les feuilles sont plus grandes dans l'atmosphère qui contient de l'acide carbonique.

3. Faba vulgaris.

Au bout de vingt-huit jours de végétation, les tiges possèdent chacune cinq entrenœuds au-dessus de leurs cotylédons. Comme l'axe hypocotylé est très réduit dans cette espèce, ce sont ici les deux premiers entrenœuds qui restent plus courts en présence de l'acide carbonique : les trois autres sont, au contraire, plus longs, et, si l'on examine la longueur totale des tiges, on constate que c'est celle des plantes placées dans une atmosphère avec acide car-carbonique qui est la plus grande.

Dans le tableau ci-joint, sont consignées les dimensions des entrenœeuds des quatre individus de chacun des deux lots, ainsi que la moyenne de ces dimensions. J'ai donné dans ce tableau les mesures pour plusieurs individus cultivés en même temps, et dans de mêmes conditions, pour montrer qu'il y a toujours des variations individuelles; il ne faut donc tenir compte que de la moyenne.

	1er ENTRENŒUD	2e ENTRENŒUD	3e ENTRENŒUD	4e ENTRENŒUD	5e ENTRENŒUD
Air avec acide carbonique	25 mm.	60 mm.	120 mm.	112 mm.	105 mm.
	20 »	40 »	80 »	105 »	82 »
	20 »	45 »	108 »	150 »	110 »
	12 »	30 »	62 »	115 »	68 »
Moyenne. . .	**19** »	**43** »	**92** »	**120** »	**91** »
Air privé d'acide carbonique	17 mm.	55 mm.	45 mm.	55 mm.	80 mm.
	40 »	73 »	95 »	130 »	—
	32 »	64 »	75 »	85 »	80 »
	25 »	55 »	75 »	110 »	95 »
Moyenne. . .	**28** »	**61** »	**72** »	**95** »	**85** »

Le schéma ci-contre (fig. 112) montre d'une manière plus claire encore la marche du développement de la tige, d'une part dans l'air dépourvu d'acide carbonique, de l'autre dans l'air surchargé de ce gaz. La droite A B représente une ligne des abscisses ; les ordonnées élevées en 1, 2, 3, 4, 5, sont respectivement proportionnelles aux longueurs des entrenœuds. Si l'on réunit les extrémités de ces ordonnées, on obtient les courbes *aa* et *ss*, qui montrent, la première la marche du développement de la tige dans l'atmosphère avec acide carbonique, la seconde dans l'air qui est dépourvu de ce gaz. La courbe *ss* a ses ordonnées d'abord plus grandes, ensuite plus petites, que les ordonnées correspondantes de la courbe *aa*. Tant que la plante a des réserves à sa disposition, la présence de l'acide carbonique tend à entraver le développement ; mais plus tard, lorsque l'assimilation chlorophyllienne est la principale source d'origine du carbone, les échantillons dépourvus d'acide carbonique acquièrent forcément un développement moindre que ceux qui ont ce gaz à leur disposition.

4. **Pisum sativum.**

La durée de culture a été, pour cette plante, de quinze jours seulement. Au bout de ce temps, les tiges avaient acquis cinq entre-

nœuds. Pendant les premiers temps qui suivent la germination, les quatre entrenœuds basilaires sont plus allongés chez les plantes qui ont poussé dans un air dépouillé d'acide carbonique. Il n'y a

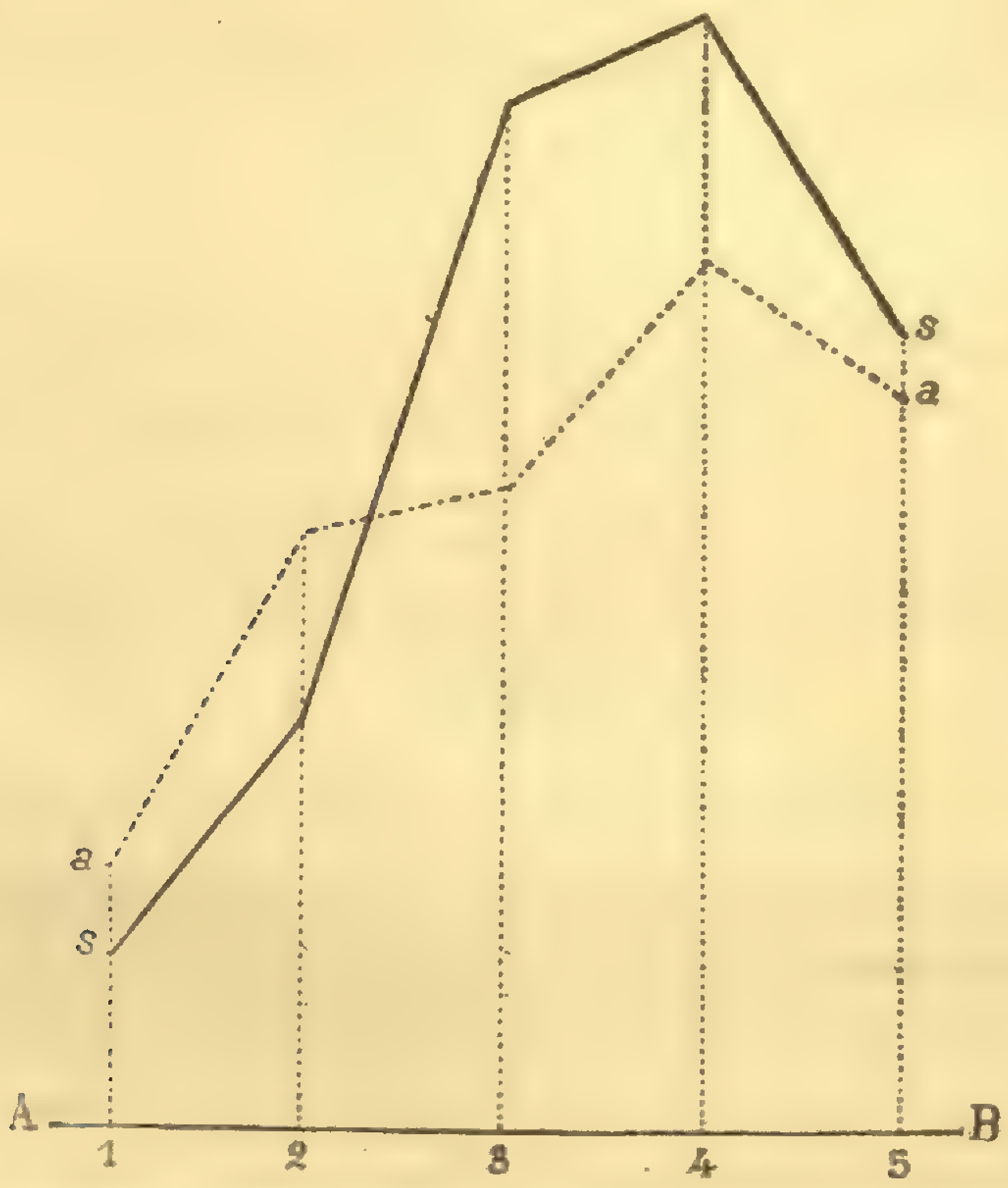


Fig. 112. — Courbes représentant la longueur des entrenœuds des tiges de *Faba vulgaris* développées avec acide carbonique (*a*, *a*) et sans ce gaz (*s*, *s*).

que le cinquième entrenœud, le dernier formé pendant ces quinze jours, qui soit plus court dans ces dernières conditions. La phase de nutrition indépendante était donc commencée depuis peu seulement, quand l'expérience a été interrompue.

5. Asparagus officinalis.

Dans cette espèce, qui a été cultivée dès la graine, comme les précédentes, et dont la végétation a été prolongée pendant trente-six jours, nous trouvons un plus grand nombre d'entrenœuds basilaires, qui sont plus longs chez les individus cultivés sans acide carbonique ; il y en a, en effet, onze dans ce cas. C'est pendant la formation du douzième entrenœud (la tige entière en avait seize en tout), que les plantes des deux lots passent dans la deuxième

phase, celle où, dans l'air pourvu d'acide carbonique, les entrenœuds deviennent plus longs.

A en juger d'après le nombre d'entrenœuds qui sont compris dans la première phase de développement (celle où les entrenœuds sont plus longs dans l'air dépouillé d'acide carbonique), on pourrait croire que cette phase est particulièrement longue chez l'*Asparagus officinalis*; en réalité il n'en est pas ainsi; en effet, si un grand nombre d'entrenœuds sont compris dans la première phase, c'est que la plante forme pendant un temps relativement court, un nombre plus grand d'entrenœuds que les espèces précédemment décrites. Le phénomène est donc le même.

6. Cucurbita Pepo.

Au bout de treize jours de végétation la plante cultivée dans l'atmosphère à acide carbonique avait développé non seulement l'axe hypocotylé, mais encore deux autres entrenœuds au-dessus des cotylédons, avec deux feuilles bien développées et une troisième très petite. La plante placée dans l'air privé d'acide carbonique n'avait qu'un très court entrenœud épicotylé et deux feuilles très petites, dont l'inférieure était approximativement six fois plus petite que la feuille correspondante de l'autre lot. Les cotylédons eux-mêmes étaient aussi plus grands dans ce dernier lot. Somme toute la plante cultivée sans acide carbonique se rapprochait, par la grandeur de ses feuilles, beaucoup plus d'une plante que j'avais cultivée, en même temps, à l'obscurité, comme on peut le voir par les chiffres consignés ci-dessus.

a. *Plante cultivée avec acide carbonique :*

1re feuille (inférieure)	453	millim.	carrés.
2e »	242	»	»
3e »	26	»	»
Un cotylédon.	283	»	»

b. *Plante cultivée sans acide carbonique :*

1re feuille (inférieure)	76	millim.	carrés.
2e »	15	»	»
Un cotylédon.	180	»	»

c. *Plante cultivée à l'obscurité :*

1re feuille	20 millim. carrés.
Un cotylédon.	170 » »

7. Borrago officinalis.

J'ai cultivé cette plante dans la terre. J'ai choisi deux individus, âgés d'un mois et égaux, autant que possible ; j'ai coupé l'extrémité de la tige principale et laissé les deux plants avec cinq feuilles chacun. A l'aisselle de ces feuilles, il n'y avait pas de rameaux au commencement de l'expérience. Au bout de vingt-six jours, les plantes présentaient l'aspect indiqué dans les figures ci-dessous (fig. 113 et 114). Dans l'atmosphère pourvu d'acide carbonique (*A*), il s'est formé des rameaux à l'aisselle des quatre feuilles supérieures ; ces rameaux avaient les longueurs suivantes (de haut en bas) :

Fig. 113 et 114. — *Borrago officinalis* : *S*, plante cultivée sans acide carbonique ; *A*, plante cultivée avec acide carbonique.

1er rameau . .	145mm
2e » . .	120 »
3e » . .	25 »
4e » . . .	4 »

Le premier rameau portait quatre feuilles bien développées, beaucoup plus grandes que les feuilles comparables du rameau correspondant de l'individu cultivé sans acide carbonique ; à l'extrémité de ce rameau il y avait de grands boutons floraux. Le deuxième rameau portait trois feuilles, également plus grandes que les feuilles correspondantes de l'autre lot. Enfin le troisième

rameau n'avait qu'une seule feuille bien développée, tandis que le quatrième était encore plutôt à l'état de bourgeon.

La plante cultivée sans acide carbonique était moins développée que la précédente (*S*); il s'est formé pendant l'expérience trois rameaux seulement, dont les dimensions sont :

1er rameau	. . . . . .	80mm
2e »	. . . .	40 »
3e »	. . . .	4 »

Le premier rameau portait quatre feuilles très petites et quelques boutons floraux rabougris; le deuxième rameau n'avait que deux feuilles et le troisième qu'une seule.

Par conséquent même conclusion générale que dans les expériences précédentes, savoir développement beaucoup plus grand quand il y a de l'acide carbonique. Ici, la première phase que nous avons signalée précédemment ne peut pas exister, puisque les plantes mises en expérience n'avaient pas de réserves.

8. Datura Stramonium

Deux individus nains de cette espèce, qui avaient poussé dans un pot, ont été mis en culture, l'un sous la cloche à acide carbonique, l'autre sous la cloche qui renfermait de l'air débarrassé de ce gaz. Les deux individus portaient chacun cinq feuilles plus grandes et deux autres plus petites, ainsi qu'un tout petit bouton floral.

Au bout de dix jours, la feuille la plus âgée de la plante cultivée sans acide carbonique est devenue jaune et a tombé; quelques jours plus tard une deuxième feuille a subi le même sort; il en a été de même pour les suivantes, qui étaient toutes tombées au bout de vingt-cinq jours de culture. A ce moment la plante cultivée avec acide carbonique n'avait perdu aucune de ses feuilles. La différence entre les longueurs des plantes, placées dans les deux conditions, n'était pas très grande; mais il n'en est pas de même pour la structure, comme nous le verrons plus loin. Nous voyons ici un exemple, où l'absence d'acide carbonique ne permet pas aux feuilles formées antérieurement de continuer à vivre; ces feuilles jaunissent et tombent et il ne s'en forme aucune nouvelle.

Cette expérience m'a donc donné le même résultat, quant à la manière dont se comportent les feuilles, que celui auquel est arrivé M. Vöchting, par l'ensemble de ces expériences (1).

b. Morphologie interne

TIGE

1. Lupinus albus.

Étudions la section transversale faite au milieu du premier entrenœud de l'axe épicotylé de cette espèce, au bout de quarante-quatre jours de végétation dans une solution nutritive. Pour les plantes qui poussent dans l'acide carbonique, le diamètre de la section est plus grand ; le nombre des faisceaux est égal ou un peu supérieur à celui qu'on remarque chez les plantes cultivées sans acide carbonique. Ainsi dans ce dernier cas, on trouve 18 faisceaux libéroligneux, dont 11 gros et 7 petits; tandis que dans le premier on observe 19 faisceaux, dont 15 gros et 4 petits. En outre, chez les plantes cultivées sans acide carbonique, la zone génératrice libéroligneuse interfasciculaire a formé des vaisseaux à lumière étroite, à parois très minces et non lignifiées encore ; chez les plantes avec acide carbonique, le diamètre des mêmes vaisseaux est plus grand, les parois sont un peu plus épaisses, et, quoique peu lignifiées, elles se colorent cependant un peu par les réactifs spéciaux de la lignine.

Examinant maintenant un faisceau isolé (pour préciser, je choisis toujours les plus gros d'un côté et de l'autre), on observe que les trois zones qui constituent ce faisceau sont inégalement développées dans les deux catégories de plantes : le bois des plantes cultivées sans acide carbonique n'occupe qu'un peu plus de la moitié de la surface du bois des plantes cultivées avec ce gaz. Le bois primaire se compose de 4 à 5 vaisseaux dans le premier cas, de 7 à 8 dans le second. Les différences sont bien plus grandes pour le bois secondaire. Le nombre des vaisseaux produits par la même série radiale de cellules du cambium, est de 2 à 3 dans les plantes cultivées sans acide carbonique, tandis que chez les plantes qui ont poussé dans l'air qui contenait ce gaz, on en trouve de 4

(1) Vöchting, loco cit.

à 5. De plus, comme pour les tissus ligneux interfasciculaires, le diamètre des vaisseaux est bien plus petit dans le premier cas que dans le second. La surface occupée par la zone génératrice des plantes qui ont poussé dans une atmosphère sans gaz carbonique, représente les trois-quarts de la surface de celle des plantes cultivées dans ce gaz. Les séries radiales de cette zone se composent, en moyenne, de trois cellules dans les plantes de la première catégorie, de cinq dans celles de la deuxième.

2. Pisum sativum.

Les différences sont encore plus nettes dans cette espèce, comme on peut le voir par les figures 115 et 116, qui représentent la partie

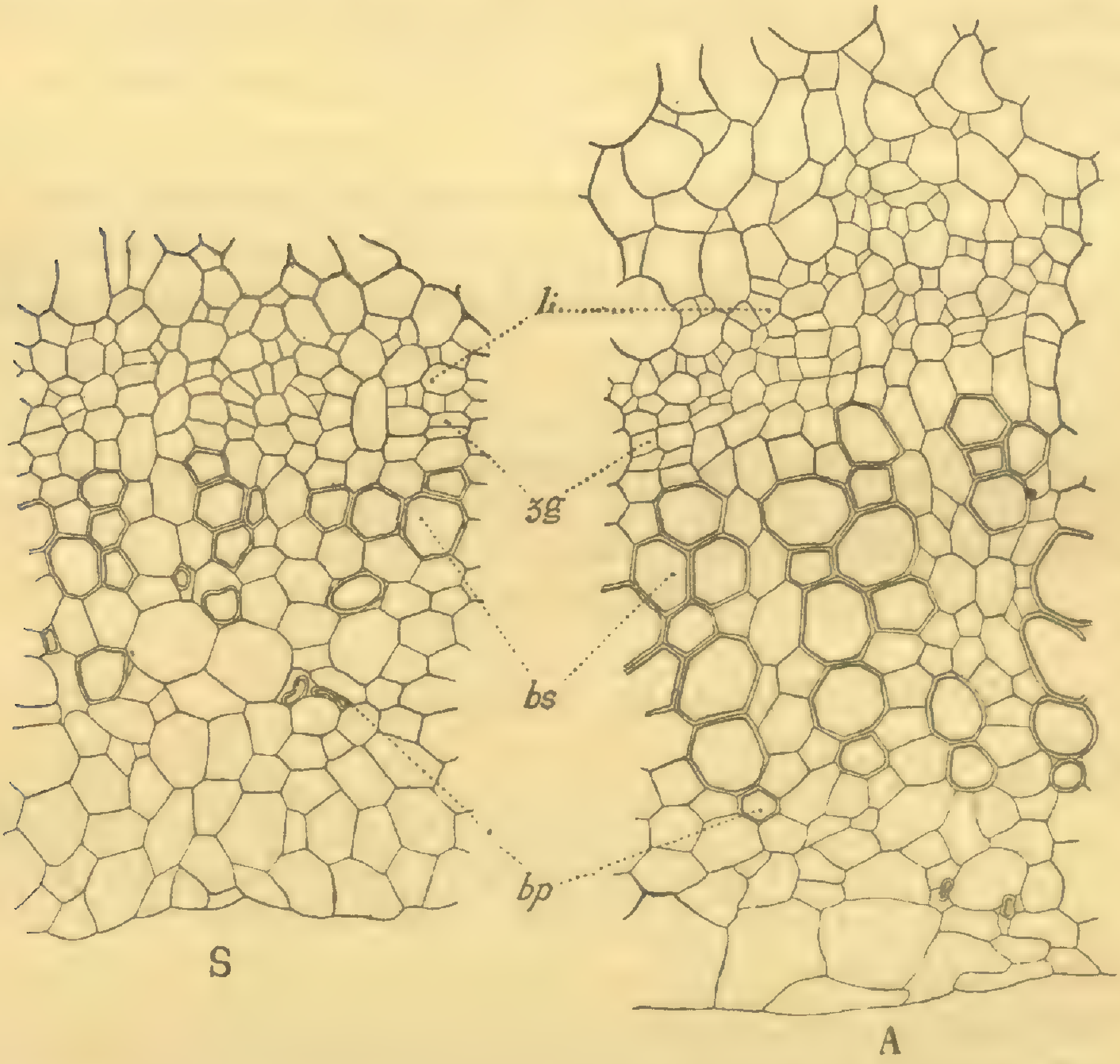


Fig. 115 et 116. — *Pisum sativum*. Partie centrale d'un faisceau libéro-ligneux (*S*, sans acide carbonique ; *A*, avec acide carbonique) ; *li*, liber ; *zg*, zone génératrice libéro-ligneuse ; *bp*, bois primaire ; *bs*, bois secondaire.

centrale d'un faisceau libéro-ligneux. Sans entrer dans des détails, on peut remarquer surtout le grand développement du bois secon-

daire, chez la tige (*A*) qui s'est trouvée dans l'air chargé d'acide carbonique; les vaisseaux secondaires y sont non seulement plus nombreux, mais encore à diamètre beaucoup plus large.

Des différences analogues à celles observées chez les deux espèces précédemment décrites ont pu être constatées pour d'autres plantes, parmi lesquelles je citerai : *Phaseolus multiflorus*, *Faba vulgaris*, *Cucurbita Pepo*, etc.

Je veux mentionner encore les modifications observées dans le *Datura Stramonium ;* chez cette espèce, à part les différences au point de vue du développement des faisceaux libéro-ligneux, on en constate d'autres relatives aux tissus secondaires de l'écorce. La plante que j'ai étudiée avait quatre entrenœuds. Dans l'air sans acide carbonique, le périderme, qui est d'origine épidermique, commence à peine à se développer dans l'entrenœud basilaire, le plus âgé, où les cellules épidermiques ne se sont divisées qu'en deux. Dans l'air chargé d'acide carbonique, au contraire, tous les entrenœuds présentent déjà du périderme, et particulièrement dans l'entrenœud basilaire, ce périderme est formé de plusieurs assises de cellules. En même temps, dans les dernières conditions, on observe de nombreuses lenticelles bien développées, non seulement sur l'entrenœud basilaire, mais encore sur les autres plus jeunes.

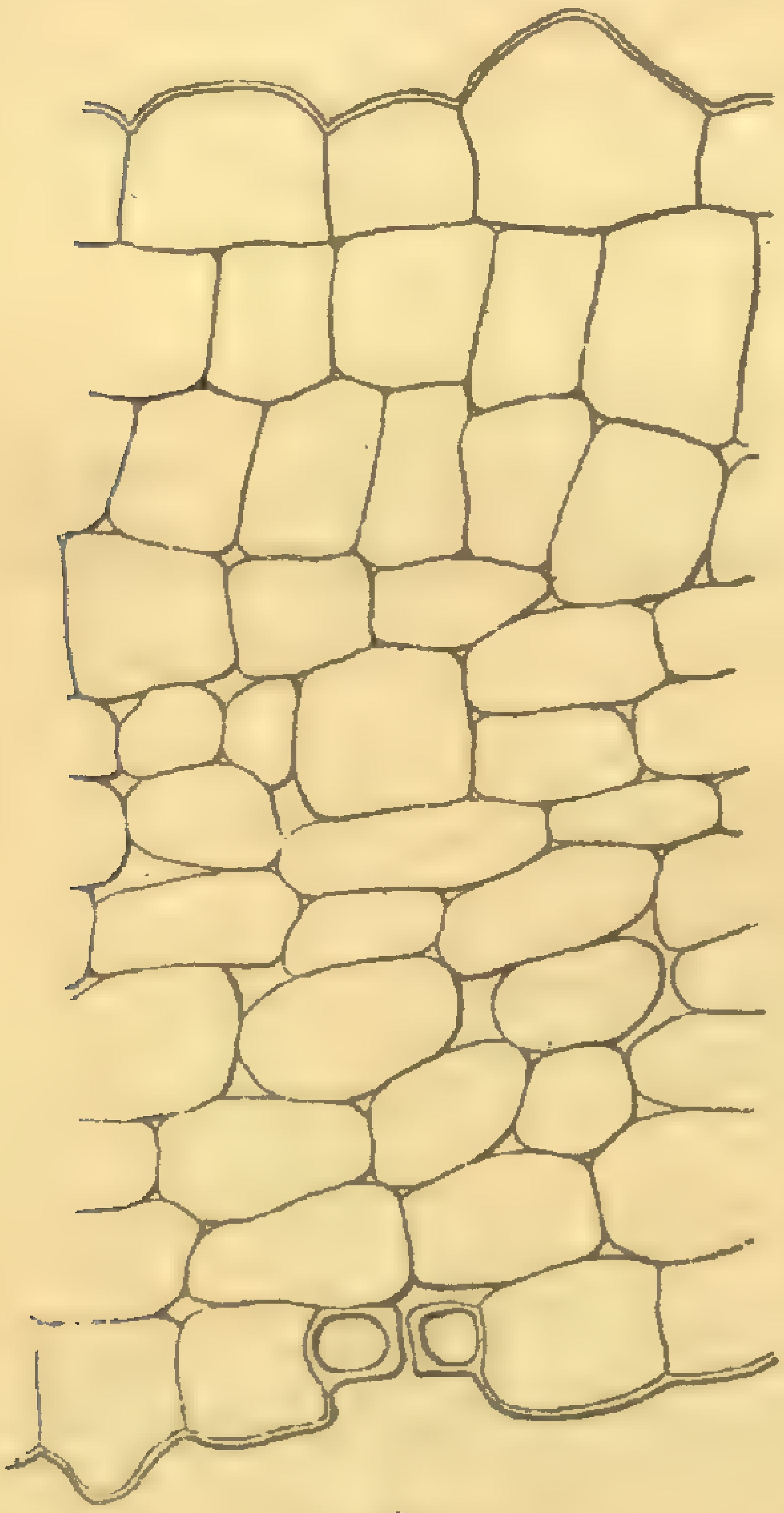
FEUILLE

1. Phaseolus multiflorus.

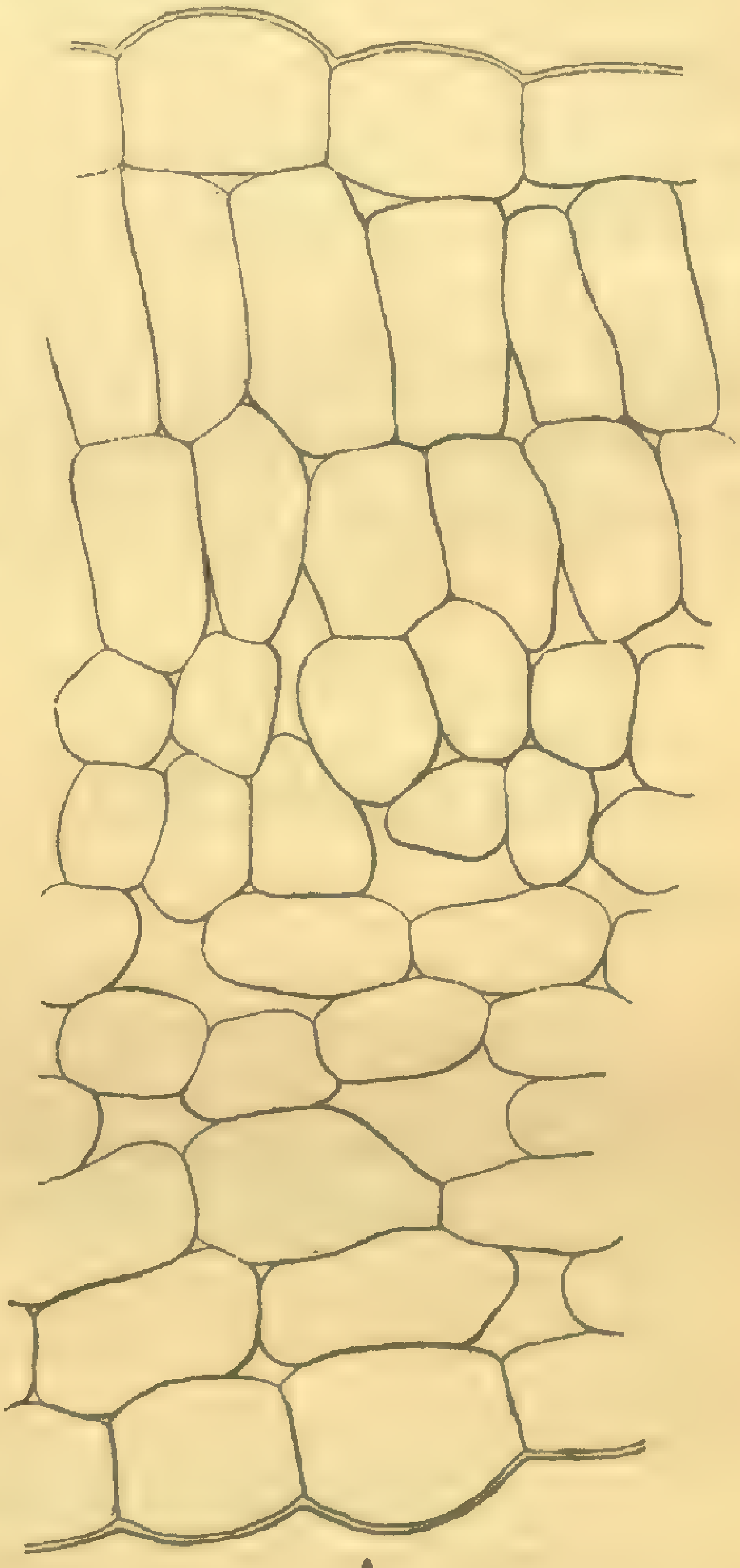
Les modifications dans la structure de la feuille se rapportent surtout au tissu assimilateur et au système aérifère.

Sur les sections transversales de la feuille de Haricot, au bout de trente-trois jours de végétation, on constate tout d'abord que les feuilles des plantes cultivées dans une atmosphère sans acide carbonique, n'ont guère que les six-septièmes de l'épaisseur des feuilles de l'autre lot. Cette différence provient surtout de l'inégal développement du tissu palissadique. Ce tissu est formé, chez les deux catégories de plantes, par une seule assise de cellules, dont l'épaisseur, en l'absence d'acide carbonique, n'est que les trois quarts de ce qu'elle est en présence de ce gaz.

Sur les sections perpendiculaires à la surface du limbe, il semble que les espaces intercellulaires de ce tissu sont également développés dans les deux cas. Mais si l'on observe la feuille de face (face supérieure), soit directement, soit après avoir enlevé l'épiderme, on constate que les cellules palissadiques des feuilles, qui ont poussé sous les cloches avec acide carbonique, sont plus éloignées les unes des autres, de sorte que le système aérifère, nécessaire à l'échange des gaz entre les cellules et le milieu extérieur, est plus développé pour les plantes qui ont poussé avec acide carbonique. A cause du développement



S



A

Fig. 117 et 118. — *Lupinus albus*. Section transversale de la feuille : *S*, sans acide carbonique ; *A*, avec acide carbonique.

inégal des lacunes, on trouve chez les dernières plantes cinq à six cellules par unité de surface, et de huit à neuf chez les plantes cultivées sans acide carbonique.

Les modifications sont également remarquables quand on observe le tissu palissadique à l'endroit d'un stomate: la chambre

sous-stomatique est plus spacieuse chez les plantes qui poussent dans l'air avec acide carbonique.

Le tissu lacuneux est à peu près également développé dans les deux catégories de plantes, avec cette différence que les espaces aérifères occupent une moindre surface chez les plantes qui sont cultivées sous les cloches sans acide carbonique.

2. Lupinus albus

Au bout de quarante-quatre jours de végétation, les sections transversales des feuilles de Lupin blanc montrent les modifications suivantes (fig. 117 et 118). Dans l'atmosphère avec acide carbonique (*A*) la feuille est beaucoup plus épaisse que celle (*S*), de même âge, cultivée sans ce gaz. Le tissu palissadique, formé de deux assises, a ses cellules à peu près deux fois plus longues dans le premier cas que dans le second. Vu de face, le tissu palissadique des feuilles cultivées sans acide carbonique apparaît compact, les cellules sont presque polygonales, et laissent entre elles de très faibles espaces aérifères. Dans l'air chargé de ce gaz, au contraire, les cellules palissadiques, vues de face, sont arrondies, elles sont écartées les unes des autres, et les méats sont relativement très grands, comme on peut le voir en examinant les figures 119 et 120 ; sur ces figures, faites au même grossissement, on voit que les coupes transversales des cellules palissadiques sont bien plus larges dans l'air qui contient du gaz carbonique.

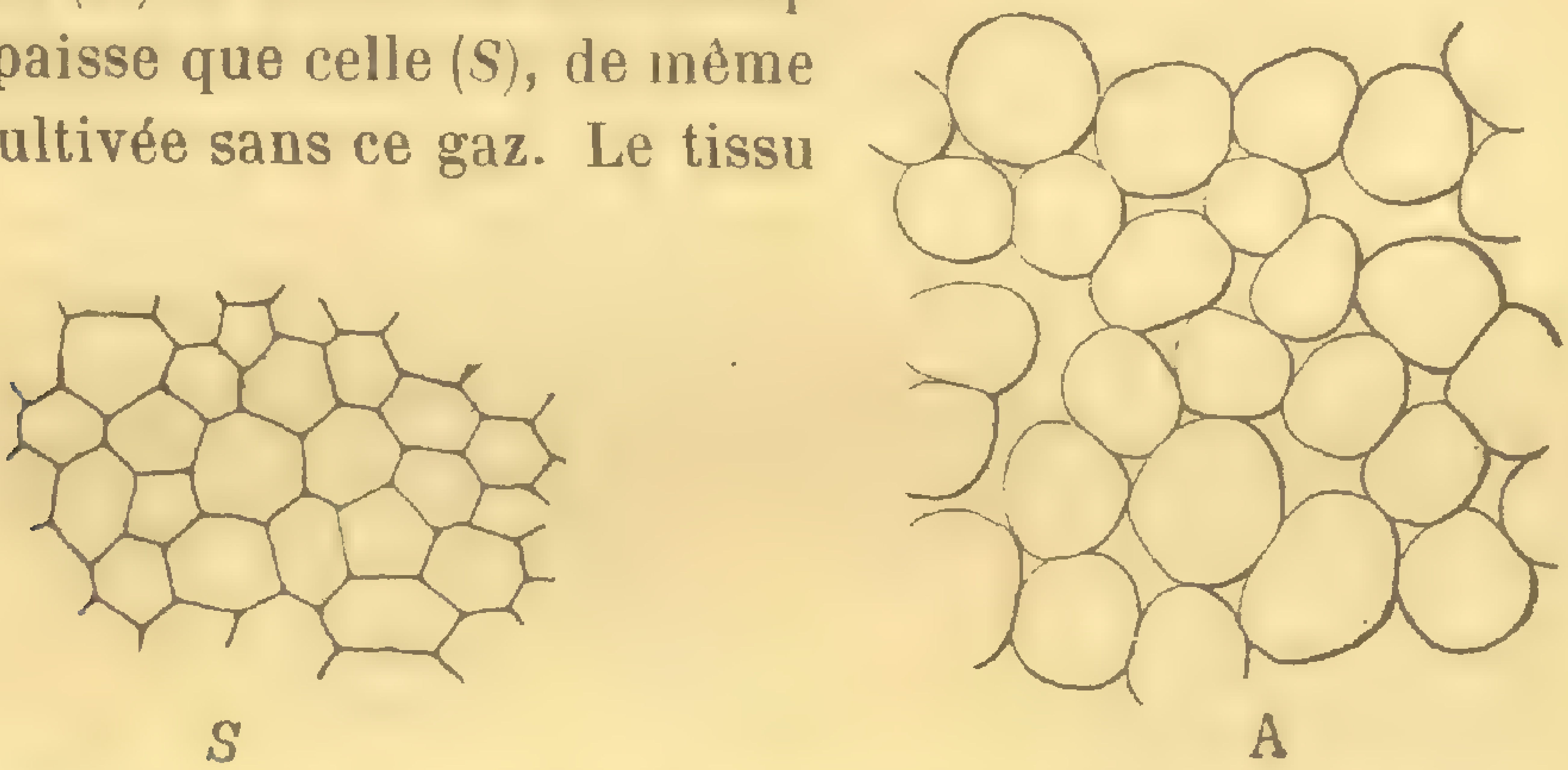


Fig. 119 et 120. — *Lupinus albus*. Tissu palissadique vu de face : *S*, sans acide carbonique ; *A*, avec acide carbonique.

Le tissu lacuneux du mésophylle est, lui aussi, beaucoup moins

épais, et formé de cellules plus petites dans l'air privé d'acide carbonique; il en est de même des espaces aérifères, c'est ce qu'on

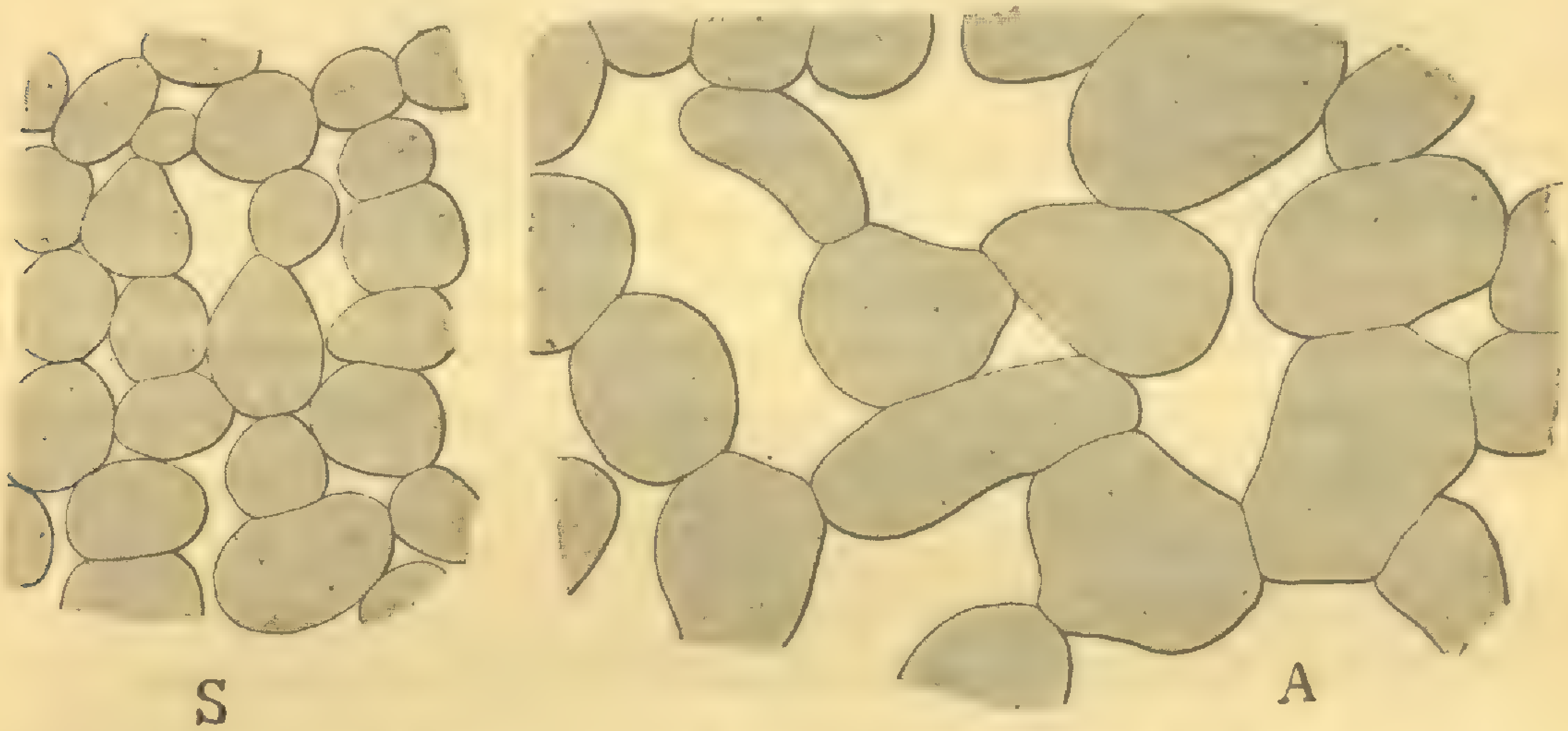


Fig. 121 et 122. — *Lupinus albus*. Tissu lacuneux vu de face : *S*, sans acide carbonique ; *A*, avec acide carbonique.

peut mieux constater par les figures 121 et 122, qui représentent le tissu lacuneux vu de face, dessiné à la chambre claire et au même grossissement.

CONCLUSIONS

On peut résumer comme il suit les résultats obtenus, en cultivant des plantes d'une part dans l'air dépourvu d'acide carbonique, de l'autre dans une atmosphère qui contient environ 2 % de ce gaz.

HÉPATIQUES :

1° Le thalle prend un plus grand développement, il se ramifie beaucoup plus, et ne forme de corbeilles à propagules que quand l'air contient de l'acide carbonique.

2° Le tissu assimilateur, représenté chez les espèces étudiées (*Marchantia polymorpha* et *Lunularia vulgaris*) dans les conditions normales et dans l'air chargé d'acide carbonique par des filaments confervoïdes, qui partent du fond des grandes chambres, disparaît complètement (*Marchantia*), ou se réduit considérablement (*Lunularia*), quand ce gaz fait défaut. De plus, les chambres aérifères qui contiennent ces filaments assimilateurs restent très petites et aplaties dans ce dernier cas.

PHANÉROGAMES :

1° Pour les plantes cultivées dès la graine, on constate que pendant la phase de la végétation qui coïncide avec la consommation des réserves, la tige s'accroît plus vite dans l'air qui ne contient pas d'acide carbonique et que la présence de ce gaz retarde la croissance, en retardant la consommation des réserves. Quand, au contraire, la plante a presque épuisé ses réserves et que l'assimilation chlorophyllienne est la principale source de nutrition de la plante, la tige allonge ses entrenœuds plus dans l'air qui contient de l'acide carbonique, que dans l'air dépourvu de ce gaz, Dans les lots, la tige passe donc, quant à son allongement, par deux stades inverses.

2° Chez les plantes qui sont cultivées non dès la graine, mais sont prises à un stade avancé de leur végétation, la première phase ne saurait exister, de sorte que les tiges s'allongent toujours beaucoup plus vite dans l'atmosphère qui est chargée d'acide carbonique.

3° Dans les deux cas précédemment décrits, les feuilles les plus petites appartiennent aux plantes qui poussent sous la cloche où il n'y a pas d'acide carbonique. Quelquefois (*Datura*) l'absence d'acide carbonique ne permet pas aux feuilles formées antérieurement de continuer à vivre ; ces feuilles jaunissent et tombent.

4° Les entrenœuds présentent en général une section plus large, souvent un nombre de faisceaux plus considérable chez les plantes qui croissent dans une atmosphère avec gaz carbonique, et, dans chaque faisceau, le bois, la zone génératrice libéro-ligneuse et le liber sont toujours plus développés. Il en est de même pour le périderme, quand la tige en forme.

5° Les feuilles sont plus épaisses, les cellules du tissu palissadique plus allongées, plus larges ; les espaces aérifères, tant du tissu palissadique que du tissu lacuneux, sont plus développés dans l'air chargé d'acide carbonique.

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1894, 1895, 1896 ET 1897 *(Suite)*.

Ascomycètes

I. — LABOULBÉNIACÉES.

Les récentes et belles recherches de M. THAXTER (1) viennent de mettre en relief, d'une façon inattendue, l'importance biologique d'un groupe de Champignons entomophytes jusqu'alors bien mal connus. Il s'agit des *Laboulbenia* et genres voisins, constituant aujourd'hui une famille nouvelle et fort remarquable parmi les Ascomycètes, la famille des Laboulbéniacées.

Depuis 1888, M. Thaxter a recueilli plusieurs milliers de spécimens, et la monographie qu'il vient de publier comprend 28 genres (la plupart nouveaux) et plus de 150 espèces de ces curieux Champignons.

Considérable au point de vue systématique, cet ouvrage ne l'est pas moins au point de vue biologique, car les données nouvelles qu'il nous apporte sur la structure, le développement, la reproduction sexuelle de ces êtres sont d'un intérêt capital. C'est peut-être la plus importante contribution à la biologie des végétaux inférieurs qui ait paru dans ces dernières années. Nous allons en donner une analyse étendue, en considérant comme acquise toutes les conclusions du savant auteur.

Généralités. — Les Laboulbéniacées diffèrent, au premier abord, des autres Champignons entomophytes (*Cordyceps*, *Isaria*, etc.) en ce qu'ils sont à peine visibles à la surface de l'insecte. C'est précisément à leur taille minuscule (1^{mm} au plus) qu'ils doivent d'avoir été négligés par les mycologues et dédaignés par les entomologistes, malgré leur grand intérêt. *In situ* sur l'hôte, ils ressemblent à de petits cheveux, noirs ou brunâtres, à des brindilles, à des buissons, en assez grand nombre parfois pour constituer un revêtement fourré et dense. Leurs formes sont variées et singulières; à ce point de vue ils sont parmi les plus remarquables des végétaux.

(1) R. Thaxter : *Contribution towards a monograph of the Laboulbeniaceæ* Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences, vol. XII, n° III (1896), p. 190-396, avec 26 planches).

Les Laboulbéniacées diffèrent aussi des autres Entomophytes en ce qu'elles n'ont aucune importance économique. Elles sont bien la cause d'une maladie cutanée, contagieuse, épidémique, mais celle-ci n'est jamais fatale à l'insecte. Non seulement l'hôte n'est pas tué, même lorsque sa surface paraît totalement envahie; mais il semble même que les insectes attaqués soient doués d'une plus grande mobilité, due peut-être à une irritation produite par le Champignon. On s'explique cette absence de nocivité chez un parasite qui est cependant un parasite nécessaire, par ce fait que le Champignon croît seulement au dehors, prend contact avec l'insecte par une faible surface et, sauf les cas très rares où il a des suçoirs, tire sa nourriture de l'hôte par une mince perforation des téguments.

Les Laboulbéniacées sont toutes placées dans des conditions d'existence assez particulières. Ce sont des parasites *externes* d'hôtes généralement *très agiles*, se mouvant soit dans l'eau, soit dans l'air, soit dans le sol. Aussi ont-elles toutes une structure assez simple, rigoureusement adaptée aux exigences d'un tel mode de vie, et qu'on peut ramener à un schéma commun.

Fig. 123. — *Stigmatomyces Baeri* Th. P, asque isolée, renfermant 4 spores bicellulaires; R, deux anthéridies émettant des anthérézoïdes en dehors (d'après Thaxter).

Fig. 124. — *Teratomyces brevicaulis* Th. Individu adulte avec trois périthèces (d'après Thaxter).

Cette forme type schématique comprend un corps principal, ou *réceptacle*, fixé par un pied noirâtre sur le tégument de l'hôte; ce réceptacle ne comporte qu'un petit nombre de cellules différemment agencées suivant les genres. Sur le réceptacle se développent des appendices particuliers, de formes variées, en rapport avec la production d'organes sexuels mâles (*anthéridies*); de plus, sur le même individu (sauf les cas de diœcie), des *organes femelles* de formes variées se développent à l'endroit où plus tard se développeront éventuellement des *périthèces*. Dans ces périthèces, qui sont soit solitaires, soit

nombreux sur le même individu, se produisent des corps reproducteurs (*ascospores*) formés dans des asques semblables à ceux des Ascomycètes.

Les ascospores germent à la surface de l'hôte, s'y fixent par l'extrémité inférieure noirâtre et, sans formation d'hyphes, croissent directement en donnant chacune un individu nouveau, par divisions successives des cellules.

Malgré la structure très simple de leur appareil végétatif, les Laboulbéniacées occupent, grâce à la complexité de leur reproduction sexuelle, une position systématique très élevée dans la classe des Ascomycètes. En outre, la question de la sexualité originelle de l'asque, question du plus haut intérêt, est ici résolue dans le sens affirmatif, ce qui augmente encore l'importance de ces organismes.

Une fois connu dans ses grandes lignes le type général de structure et de développement des Laboulbéniacées, étudions successivement en détail, avec M. Thaxter, les divers organes et les divers stades de développement.

Fig. 125. — ***Laboulbenia vulgaris*** Peyr. Individu adulte (d'après Thaxter).

Spores. — Les spores présentent une grande uniformité d'aspect et de structure. Elles sont toujours hyalines, fusiformes ou aciculaires, et, sauf dans les *Amorphomyces*, bicellulaires avec septum transversal. Les deux cellules sont généralement inégales.

Le contenu des spores est granuleux et d'ordinaire plus ou moins homogène ; cependant, dans les *Amorphomyces*, la spore renferme un gros globule huileux ; et dans les spores de certaines Laboulbéniacées, on trouve un gros noyau sphérique dans l'un ou l'autre segment.

La spore a toujours une enveloppe gélatineuse l'entourant entièrement, et amincie vers la base ; elle facilite l'adhérence avec l'insecte.

Les spores dans l'asque sont au nombre de quatre ou de huit, généralement disposées par paires ; les deux spores de chaque paire sortent ensemble de l'asque, et, grâce à ce processus, chez les espèces dioïques la juxtaposition de deux individus différemment sexués est ainsi assurée.

Le transfert des spores sur un nouvel hôte se fait généralement par contact direct des deux insectes, par exemple dans le coït. Peut-être même ne se fait-il jamais autrement dans les espèces aquatiques, car

on trouve une constance remarquable dans le point de fixation du Champignon, sur les élytres ou ailleurs. Mais dans les espèces sociales qui vivent dans les lieux humides, la contagion peut se faire de façon indirecte : les spores sont projetées sur des substratums humides qui les retiennent, et d'où elles sont prises au passage par d'autres individus.

Les spores sont peu résistantes, malgré leur épaisse gelée protectrice ; la sécheresse les tue rapidement.

Germination des spores. — Le premier indice de la germination de la spore est le noircissement de la gaîne gélatineuse à la pointe inférieure; il en résulte un pied d'adhérence opaque, dur et élastique, qu'on voit se former parfois quand la spore est encore dans l'asque, ce qui montre bien qu'il n'est pas dû au contact de la chitine avec la spore.

Il ne se fait pas toujours un tel pied différencié : ainsi dans les *Moschomyces*, il est remplacé par un suçoir qui pénètre dans le tégument aminci et tendre; dans les *Rhizomyces*, il se fait un volumineux suçoir avec de nombreux rhizoïdes ramifiés qui sont en continuité avec la cellule basale.

Le pied typique est parfois formé d'une cellule distincte (*Stigmatomyces*), que le brunissement de la paroi rend souvent peu visible; d'autres fois (*Ceratomyces*) le pied est formé de plusieurs cellules et fortement noirci sur une grande longueur.

Le suçoir joue un double rôle de fixation et d'absorption. Généralement il s'applique par intrusion, formant une surface plate et amincie, visible quand les parties voisines sont transparentes. et à travers laquelle se fait l'absorption de nourriture. Peyritsch avait déjà signalé la pénétration, par l'intermédiaire de petits pores, des *Stigmatomyces* se développant sur la mouche domestique.

Dans les genres aquatiques, le pied est disposé de façon à constituer un point d'appui permettant quelques mouvements d'oscillation au Champignon. Il se fait un élargissement assez brusque du pied (*fulcrum*) au dessus de son point d'attache. Ce point d'appui arrondi permet à la plante de rester assez indépendante de l'insecte et de rouler de côté et d'autre, autant que le permet l'élasticité de la partie attachée. Cette disposition est particulièrement nette dans les *Chitomyces* et *Hydromyces* habitant sur des hôtes qui sont de rapides nageurs. Dans quelques *Ceratomyces* (fig. 126) la même fonction est remplie par la partie inférieure du réceptacle transformée en un organe analogue au pied.

Une fois fixée sur le tégument de l'insecte, la spore s'allonge, se divise et forme une série de cellules superposées, dont le nombre varie avec les genres et les espèces, et qui forment bientôt trois parties fondamentales : 1° le *réceptacle* ou corps principal; 2° une ou plusieurs parties produisant des spores (*périthèces*); 3° un ou plusieurs *appendices* en rapport avec la formation d'*organes sexuels mâles*.

Réceptacle. — Ce mot de *réceptacle* a un sens assez élargi, ne désigne pas toujours des parties morphologiquement correspondantes, et généralement il est difficile à l'imiter. Dans les *Chœromyces,* il est formé d'une série unique de cellules superposées. Le type le plus simple (*Haplomyces*, *Compsomyces*) ne comprend que deux cellules superposées dont la supérieure porte *un* (?) appendice à l'extrémité et dont le ou les périthèces sont des productions latérales de la même cellule. Le réceptacle est au contraire très complexe dans les *Zodiomyces.*

En général le réceptacle est aplati dans un plan antéro-postérieur, le côté portant l'appendice étant, par convention, postérieur.

Appendices. — Sauf une seule exception, le réceptacle donne naissance à un ou plusieurs appendices qui sont nettement distincts de lui-même et du périthèce. Ces appendices, de formes très variées et constituant d'excellents caractères spécifiques, sont presque toujours en rapport avec une production d'anthéridies.

Fig. 126.— A droite, *Ceratomyces rostratus* montrant la formation d'anthérozoïdes exogènes. 1, Individu entier; 2, branche anthéridiale isolée. — A gauche, *Ceratomyces mirabilis* Th., montrant le périthèce rempli d'asques et de spores. — Le réceptacle est différencié à la façon du pied pour permettre les mouvements d'oscillation du champignon autour du point d'appui (d'après Thaxter).

Généralement il y a un appendice primaire terminal, né du segment sporique supérieur. Jamais cet appendice n'entre dans la formation du réceptacle. Le cas le plus net est fourni par les *Stigmatomyces*, comme nous le verrons plus loin. Dans les *Rachomyces*, l'appendice primaire se réduit à une triple petite

brindille à la base de la série des appendices secondaires, dont l'aspect est très différent. Dans les *Zodiomyces*, l'appendice primaire, d'abord terminal, est bientôt rejeté sur le côté par des appendices secondaires d'origine différente. Ces appendices sont au nombre d'un ou de plusieurs, formés d'une ou de plusieurs cellules, simples ou rameuses, ramifiés ou non en sympode, hyalins ou colorés, raides et dressés ou flexibles et tendres.

Les appendices stériles, souvent très développés, jouent sans doute un rôle de protection pour le *trichogyne* qui surmonte le périthèce (et sur lequel nous reviendrons plus loin); ils facilitent aussi la fécondation en maintenant une goutte d'eau tout autour des organes sexués. Contrairement à ce qu'on pourrait supposer, ils ne jouent aucun rôle dans la dissémination des spores.

Organes sexuels mâles. — La fonction essentielle des appendices est de produire des anthéridies. Cependant, dans quelques genres (*Amorphomyces*, *Peyritschiella*, etc.), il y a des appendices sexuels et des appendices stériles.

En comparant, dans les différents genres, ces anthéridies, on voit qu'elles fournissent des caractères taxinomiques de premier ordre. En premier lieu, on distingue deux catégories fondamentales d'anthéridies :

(α) Anthéridies produisant des éléments mâles par le mode *exogénique*.

(β) Anthéridies produisant des éléments mâles par le mode *endogénique*.

Les Laboulbéniacées de cette deuxième catégorie se divisent ensuite en deux groupes, suivant qu'elles sont dioïques ou monoïques ; puis dans chacun de ces deux groupes on distinguera le cas où les organes mâles sont simples et celui où ils sont composés. Enfin, la position relative de ces éléments fournit encore des subdivisions de moindre importance.

Ces organes mâles et les éléments mâles auxquels ils donnent naissance sont sans nul doute homologues des mêmes formations chez les Algues Floridées. Ils doivent prendre les mêmes noms, et chez les Laboulbéniacées, on appellera *anthéridie* soit une « cellule anthéridiale », soit un groupe de telles cellules, et *anthérozoïdes* les cellules nues ou à paroi mince auxquelles elles donnent naissance.

(α) Il n'y a formation d'anthérozoïdes exogènes que dans deux genres aquatiques : *Zodiomyces* et *Ceratomyces*. Les branches anthéridiales y étant peu différenciées, on pourrait même, dans certains cas, douter de la sexualité, malgré la présence d'un trichogyne. Dans les *Zodiomyces*, les anthérozoïdes sont de simples petits bâtons qui naissent sur de courtes branches (fig. 127, *1*,*2*,*3*) et tombent de leur point d'attache. Ces corps ont une paroi définie et semblent, comme nous le verrons plus loin, attirés par l'extrémité du trichogyne. Dans le *Ceratomyces rostratus* (fig. 126), où la formation d'anthérozoïdes exogènes est bien

nette, les branches anthéridiennes forment nombre de ces baguettes qui se détachent et adhèrent au trichogyne. En général, chaque anthérozoïde se détache avant que son successeur ait commencé à se former. Dans d'autres espèces de ce genre, il se forme de la sorte de longs et grêles filaments se désarticulant ensuite en baguettes, qui sont sans doute les anthérozoïdes.

On se rend compte facilement que l'adhérence des éléments mâles à leur cellule mère ou à d'autres cellules, ainsi que cela s'observe dans les deux exemples précédents, doit favoriser la fécondation. S'ils se séparaient aussitôt mûrs, surtout dans le cas où l'animal hôte est un nageur rapide, les chances de fécondation seraient faibles. Mais la séparation est, au contraire, tardive, et de plus le long et grêle trichogyne vient le plus souvent se mettre en contact avec eux pendant qu'ils sont encore en place. Ils ne se détachent qu'au moment de la fécondation.

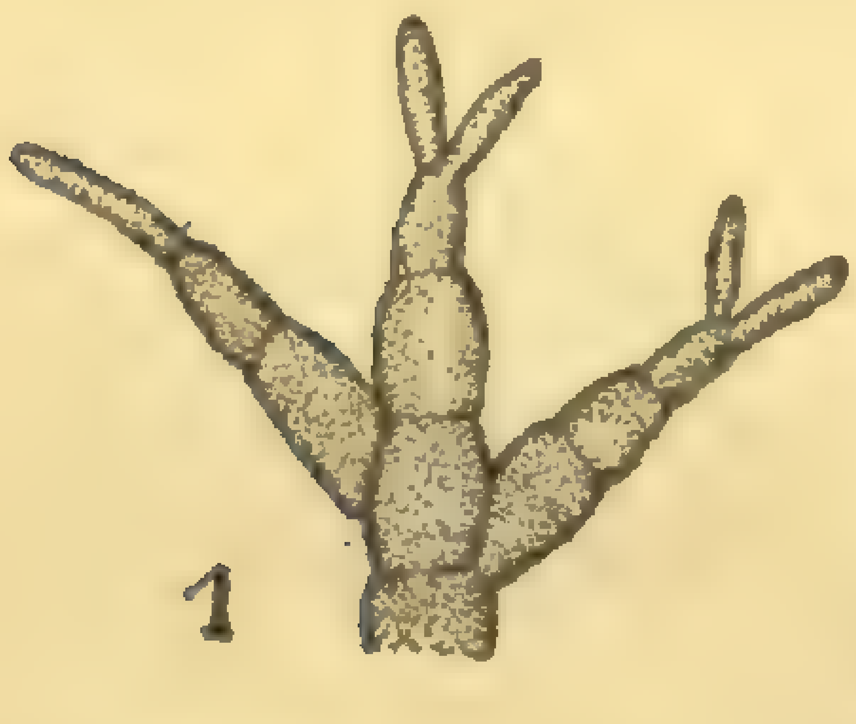


Fig. 127. — *Zodiomyces vorticillarius* Th. Branches anthéridiales formant des anthérozoïdes exogènes (d'apr. Thaxter).

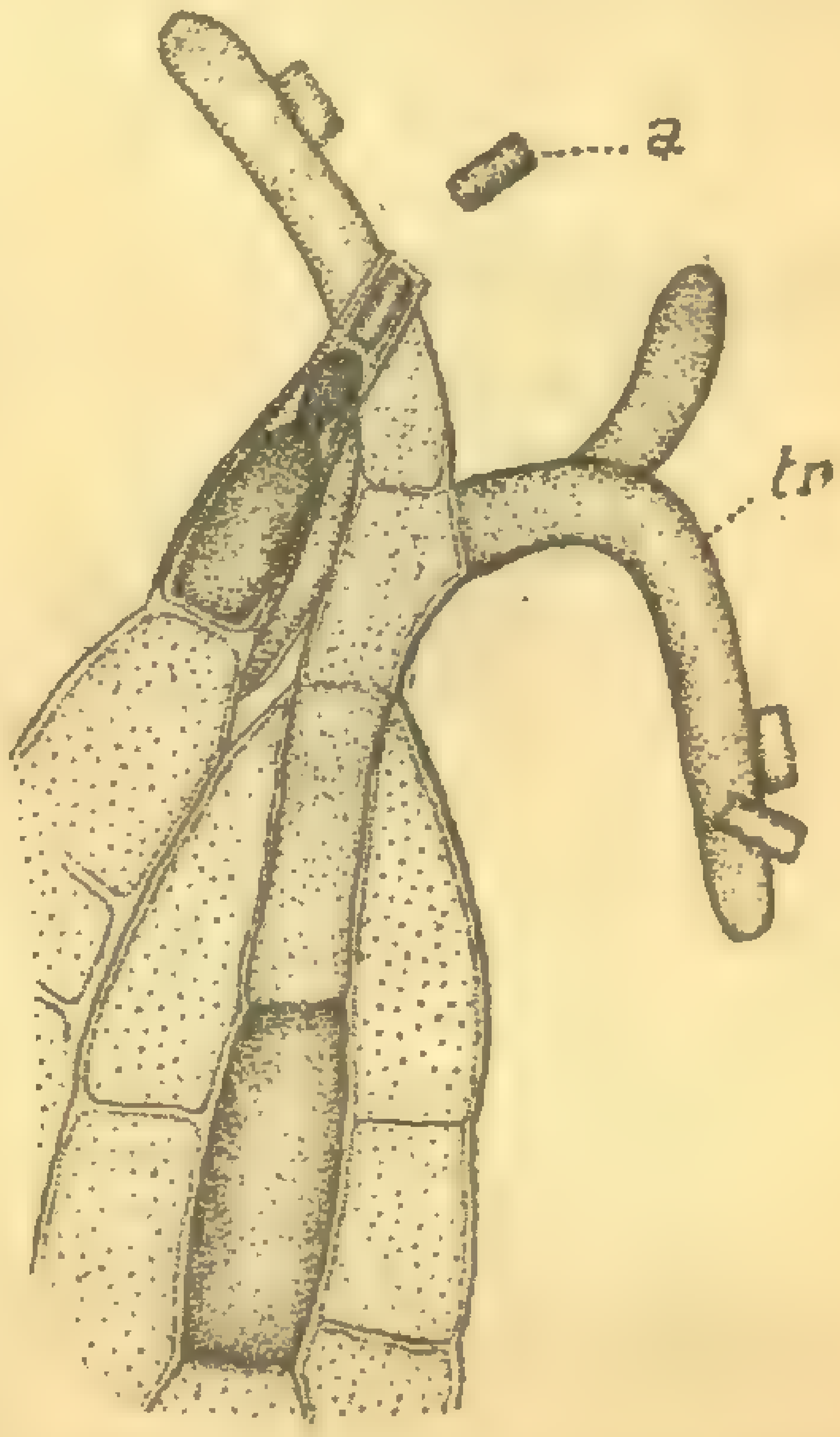


Fig. 128. — *Laboulbenia cristata* Th. : *tr*, trichogyne; *a*, anthérozoïdes (d'apr. Thaxter).

(β) Dans tous les autres genres, les anthéridies sont plus nettement différenciées ; les anthérozoïdes y sont endogènes et sont projetés par un orifice spécial : ce sont de petites masses protoplasmiques nues ou presque nues. On distingue deux types principaux parmi ces anthéridies, avec de nombreuses transitions : *anthéridies simples* et *anthéridies composées*. L'anthéridie est dite simple quand la cellule mère d'anthérozoïdes est indépendante de ses congénères et, quoique souvent très rapprochée, a un orifice de sortie particulier. L'anthéridie est dite composée quand plusieurs cellules-mères déchargent leur contenu dans une cavité commune n'ayant qu'un orifice de sortie.

L'anthéridie simple est le plus souvent une petite branche en forme de bouteille sessile. Sa forme, très constante, comprend un *ventre* aplati et un *col* subcylindrique. Ce col se développe comme une excroissance terminale qui s'ouvre à l'extrémité. Entre le ventre et le col on peut distinguer une sorte de diaphragme, formé par un anneau de

Fig. 129. — *Dimeromyces africanus* Th. Anthéridie composée, les anthérozoïdes se déversant dans une cavité commune (d'ap. Thaxter).

Fig. 130. — *Amorphomyces Falagriæ* Th. Deux individus associés provenant d'une paire de spores ; à gauche, individu femelle avec trichogyne ramifié ; à droite, individu mâle produisant des anthérozoïdes exogènes (d'après Thaxter).

cellulose, qui rétrécit l'orifice de sortie, lequel se trouve être bien plus étroit que le col.

Pendant la croissance, le contenu du ventre de l'anthéridie se trouve repoussé à travers le diaphragme dans le col, et là se sépare en courtes baguettes cylindriques, plus étroites que le diamètre du col, qui sortent par le pore terminal. Ce sont les anthérozoïdes, éléments de dimensions très constantes dans la même espèce. Le processus de formation et d'éjaculation qui vient d'être décrit se continue longtemps, même après que la fécondation a eu lieu. A la sortie, les anthérozoïdes semblent se pousser l'un l'autre. Mais il est des cas où ils peuvent aussi sortir chacun pour son compte, bien qu'on ne voie pas de mouvements propres, amiboïdes ou autres.

Il n'y a que de faibles variations dans la forme des anthéridies simples. Mais leur disposition fournit au contraire d'importants caractères génériques. Ainsi, dans de nombreux genres (*Stigmatomyces*, *Zodiomyces*, *Teratomyces*, etc.), les cellules anthéridiales sont disposées en série *définie* sur l'appendice. Au contraire, elles sont irrégulièrement disposées dans les *Laboulbenia*, par exemple.

Des considérations analogues trouvent place dans l'étude des anthéridies composées.

Anthérozoïdes. — Les anthéridies sont généralement placées de façon que les anthérozoïdes soient en connexion avec l'organe femelle. Cependant, dans les *Teratomyces*, les anthéridies sont au-dessous des trichogynes et s'en éloignent ; dans les *Stigmatomyces*, le col de l'anthéridie tend à s'éloigner de l'organe femelle plutôt qu'à s'en rapprocher.

Chez les espèces dioïques (*Amorphomyces*), les individus mâles et femelles sont toujours rapprochés, car ils proviennent d'une même paire de spores, dont l'une produit un mâle et l'autre une femelle (fig. 130).

Malgré les dispositions spéciales présentées par les espèces monoïques, la fécondation croisée est cependant aussi fréquente que la

fécondation directe; car non seulement les individus sont plus ou moins en groupe, mais la maturation des anthérozoïdes précède invariablement l'apparition des trichogynes et dure longtemps après qu'ils sont flétris. Cela est plus frappant encore pour les formes qui, comme les *Dimorphomyces*, n'ont qu'une seule série d'anthéridies, mais présentent jusqu'à quatre séries successives de périthèces.

La forme des anthérozoïdes exogènes est celle d'une petite baguette à paroi définie; les anthérozoïdes endogènes, au contraire, sont dépourvus de membrane, au moins au début. Leur protoplasma réfringent est homogène, semble dépourvu de noyau défini; du moins, M. Thaxter n'a pu le mettre en évidence, même en colorant. Généralement, ces éléments sont très petits, de taille analogue à celle des bacilles ou des cocci. Dans les *Enarthromyces*, ils ont une taille relativement grande.

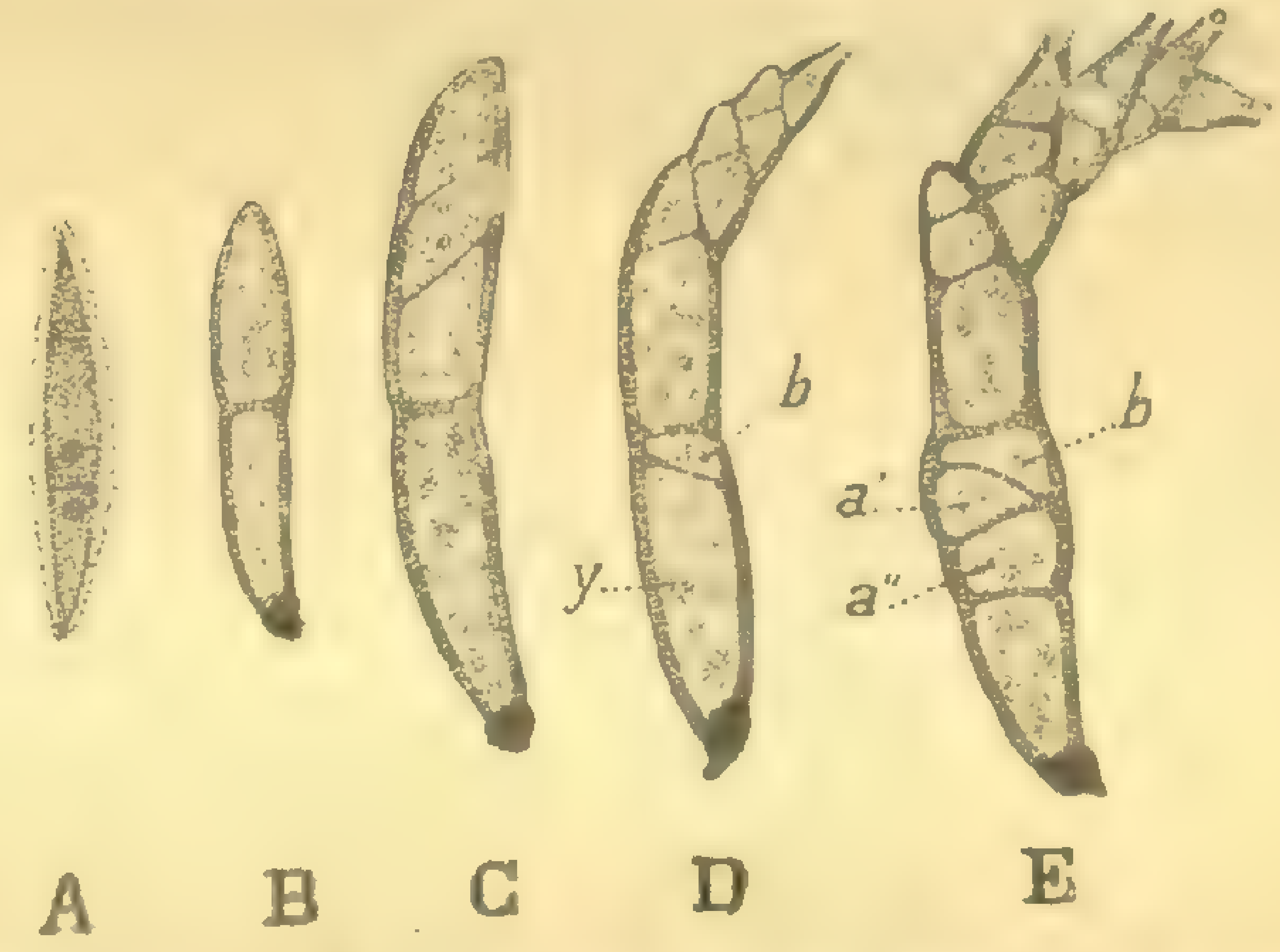


Fig. 131. — *Stigmatomyces Baeri.* Premiers stades du développement de la spore; *a'* cellule mère de l'organe femelle et du périthèce (d'après Thaxter).

La décharge des anthérozoïdes se fait lentement chez les anthéridies simples (une fois en deux heures, par exemple), plus rapidement dans les anthéridies composées (plusieurs anthérozoïdes par minute). Un seul individu peut ainsi émettre des milliers d'éléments mâles.

Organe femelle. — L'organe femelle provient toujours de la cellule basale, jamais de la cellule terminale de la spore. Mais, tandis que la cellule terminale est toujours mâle ou stérile, la cellule basale n'est pas fondamentalement femelle, car souvent l'anthéridie, née au-dessous du point d'insertion de l'organe femelle, en provient aussi.

L'ensemble du périthèce et du trichogyne qui le surmonte est (sauf dans les *Amorphomyces*) toujours *latéral*, bien que parfois (*Stigmatomyces, Laboulbenia*) il paraisse terminal par suite d'un développement ultérieur.

La cellule basale de la spore se cloisonne transversalement. Des deux cellules ainsi formées, la cellule inférieure donnera le pied; la cellule supérieure, suivant les genres, aura un sort très différent.

Développement des Stigmatomyces. — Suivons le développement entier dans le *Stigmatomyces Baeri*, qui est le type le plus complètement étudié par M. Thaxter, et d'ailleurs l'un des plus simples de toute la famille. Les stades A, B, C (fig. 131), sont les premiers stades du

développement de la spore, la cellule inférieure restant toujours la même. Au stade D cette cellule est cloisonnée, la cellule *b* sera la basale de l'appendice, la cellule *y* (cas général) donnera, à la partie inférieure, le pied et, en outre, deux cellules *a' a''* (fig. 131, E); *a''* reste sans changement et constitue la cellule terminale du réceptacle; *a'* se développe en donnant l'organe femelle et le périthèce. Dès le stade E les cellules anthéridiales sont mûres et émettent au dehors les anthérozoïdes.

La cellule *a'* croît en haut et vers le dehors, puis se divise en deux (F, fig. 132): *d*, cellule externe, appelée *cellule primordiale du procarpe*, donnera la totalité de l'organe femelle ; *c*, *cellule primordiale du périthèce*, donnera le périthèce proprement dit, qui entoure et renferme l'organe femelle.

La cellule *d* découpe à sa base une cellule *f*, qui est la cellule femelle (G, fig. 132), à son sommet une cellule *e'* qui pousse un tricho-

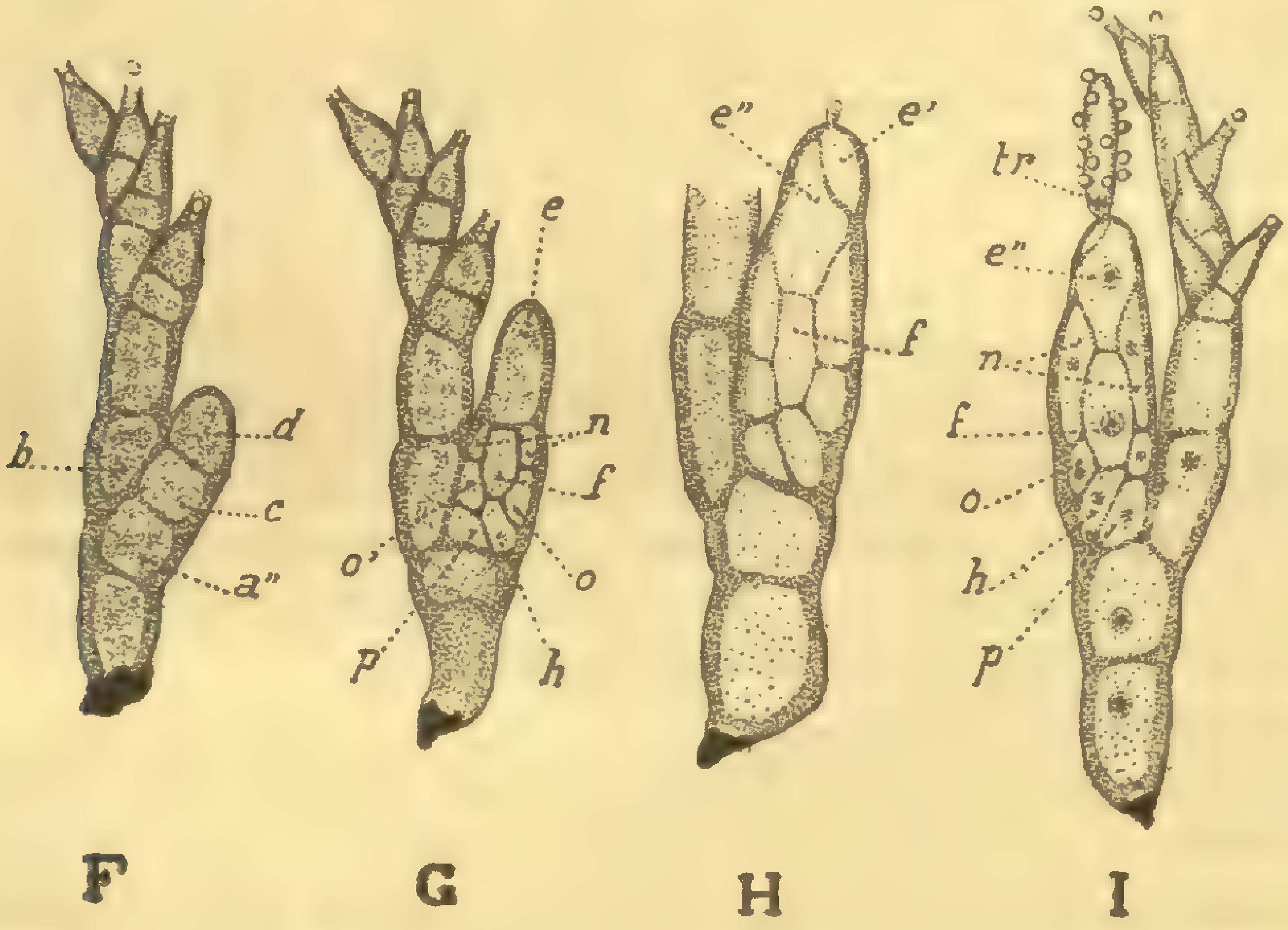


Fig. 132. — *Stigmatomyces Baeri*, Suite du développement (d'après Thaxter).

gyne *tr* (H, I, fig. 132). L'ensemble des trois cellules *f*, *e''* et *e''-tr* constitue l'organe femelle ou procarpe, qui reste tel jusqu'à la fécondation.

Pendant que la cellule *d* donne le procarpe, la cellule *c* se cloisonne dans le sens longitudinal en deux autres, puis celles-ci transversalement, de façon à entourer la cellule *f*, base du procarpe, par un ensemble de sept cellules (dont quatre, *o*, *o'*, *n*, *n*, sont visibles sur les stades G, H, I, fig. 132), au-dessous duquel se trouvent encore quelques cellules (*p*, *h*) formant comme le pédicelle du périthèce.

La forme et les dimensions du trichogyne sont variables; ce n'est pas une cellule distincte, mais bien une dépendance de la cellule *e'* dont le noyau émigre généralement à la base du trichogyne.

La fig. 132, I représente un procarpe arrivé à maturité. On y reconnaît les trois parties essentielles suivantes, qu'on retrouve dans tous les

genres de Laboulbéniacées : 1° la partie extrême ou *trichogyne*, ici monocellulaire, souvent plus complexe; 2° la partie médiane ou *cellule trichophorique e″*, toujours monocellulaire; 3° la partie inférieure ou *cellule carpogénique f*, seule portion du procarpe qui soit fécondée et présente un développement ultérieur.

La même figure montre douze anthérozoïdes fixés sur le trichogyne. La fécondation est très rapide, car M. Thaxter a remarqué qu'on trouve rarement les stades intermédiaires entre le stade G, et le stade K (fig. 133) où le trichogyne a déjà disparu.

En résumé, l'organe femelle se développe comme une excroissance latérale d'une cellule du réceptacle. Cette excroissance donne naissance à deux cellules *a* et *b* : *a* forme les cellules basales et pariétales du péri-

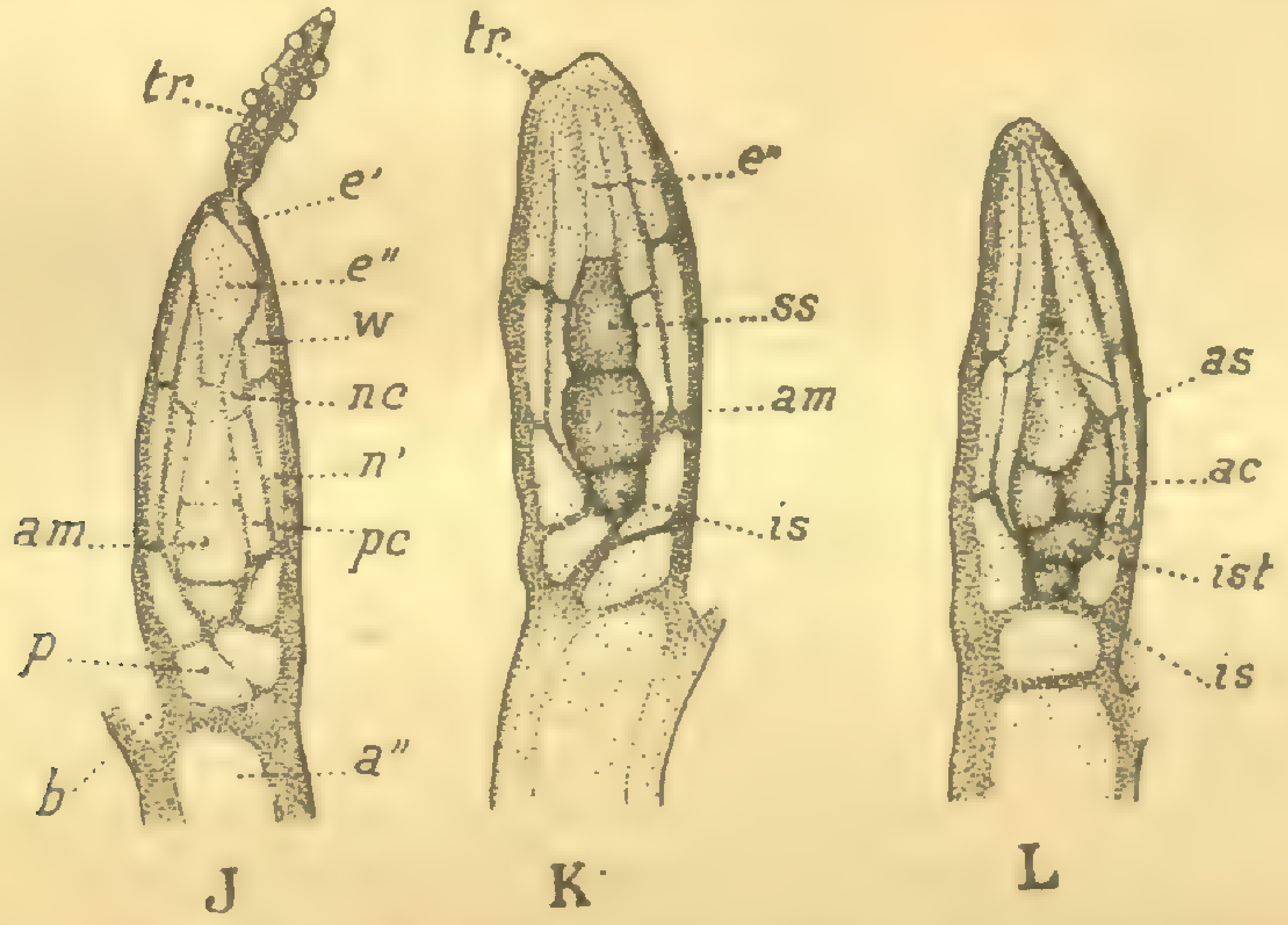


Fig. 133. — *Stigmatomyces Baeri*. Développement de l'œuf aussitôt après la fécondation; *ac*, cellules ascogéniques (d'après Thaxter).

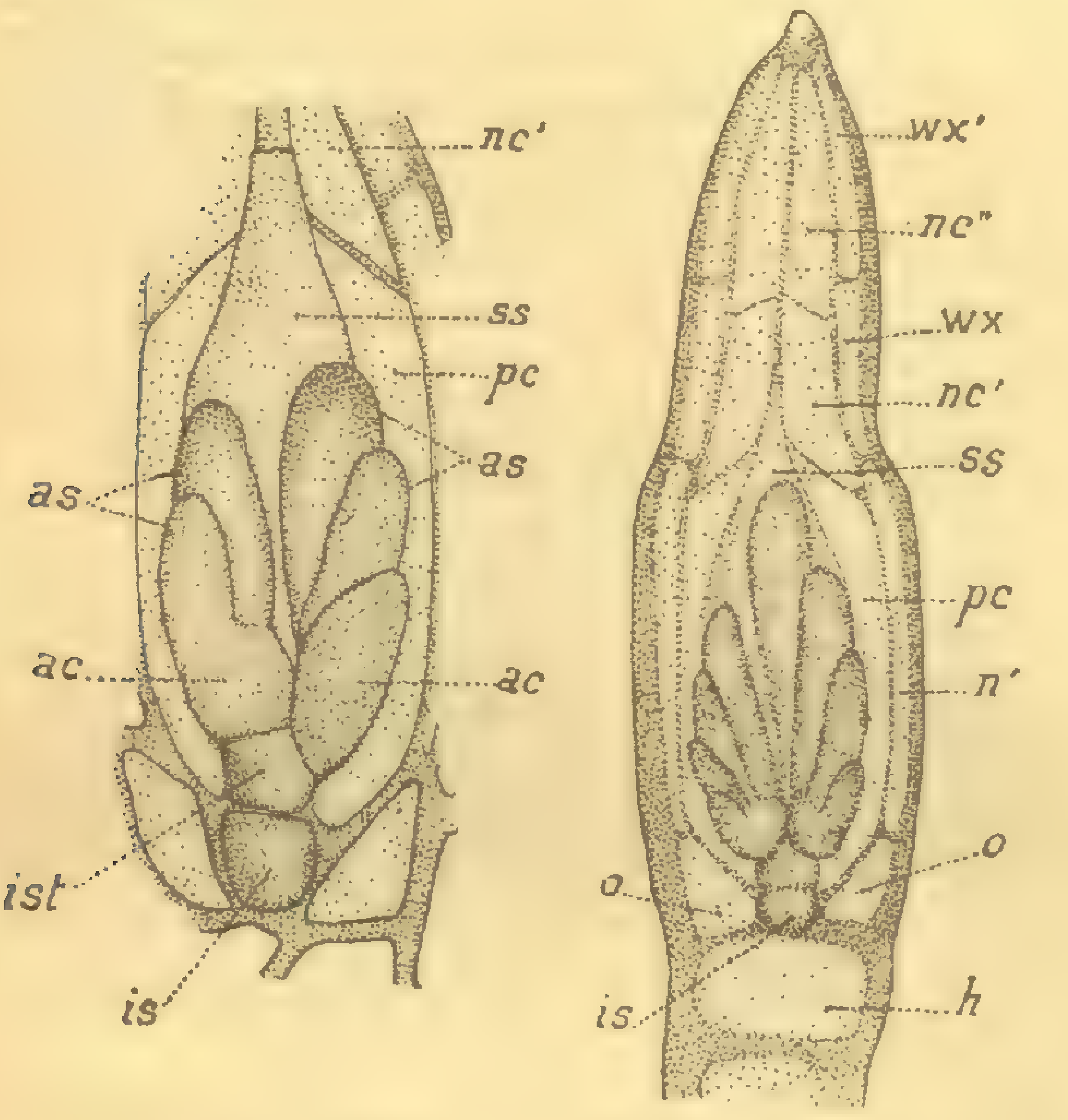
thèce. *b*, forme son contenu (cellule carpogénique, cellule trichophorique, trichogyne). Ce sont ces diverses parties qui, en se développant après la fécondation, donnent, comme nous l'allons voir, le périthèce rempli d'asques que l'on avait observé depuis longtemps déjà et qui faisait ranger les Laboulbéniacées parmi les Ascomycètes douteux.

Développement du périthèce de Stigmatomyces. — Au stade représenté par la fig. 133, J, la fécondation est opérée, le trichogyne commence à se flétrir, et la cellule carpogénique *f* s'est déjà cloisonnée deux fois. Les trois cellules ainsi formées sont (fig. 133, J et K) : la cellule-support inférieure *is*, la cellule-support supérieure *ss* et la cellule moyenne *am*, dite *ascogone*, qui, seule, a un développement ultérieur.

L'origine de l'ascogone peut varier suivant les types étudiés; mais son développement ultérieur est le même pour tous les genres. L'ascogone se divise d'abord en deux cellules : une cellule inférieure, cellule-support secondaire, qui dans la suite, se détruit, et une cellule supé-

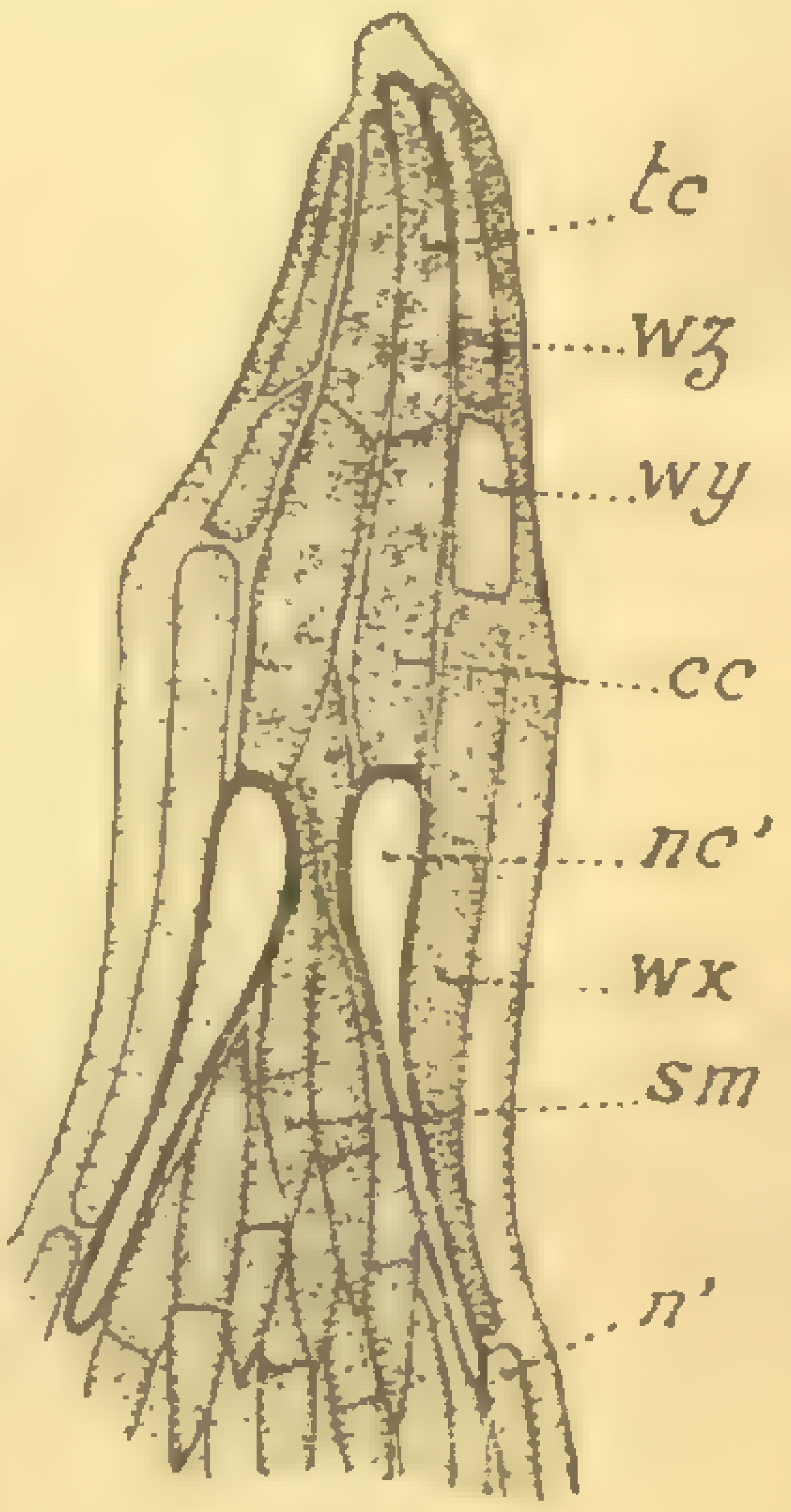
rieure qui, par cloisonnements longitudinaux, donne quatre *cellules ascogéniques ac* (fig. 134, M et N), lesquelles produisent, par bourgeonnement dans le sens de la hauteur, des asques *as* en deux rangées plus ou moins distinctes. La fig. 134, M, montre les deux latérales des quatre cellules ascogéniques de *Stigmatomyces Baeri ;* les autres, antérieure et postérieure, ont été supprimées.

Pendant que se développe ainsi le contenu du périthèce, sa paroi se transforme aussi. Par croissance des cellules en hauteur, par division longitudinale et transversale, il se fait une enveloppe périthéciale, qui,



M N

Fig. 134. — *Stigmatomyces Baeri.* Formation des asques dans l'intérieur du périthèce ; *ac*, cellules ascogéniques ; *nc'*, cellules de garde (d'après Thaxter).



O

Fig. 135.— *Stigmatomyces Baeri.* Col du périthèce montrant les cellules de garde *nc'* et les ascospores *sm* sur le point de sortir (d'après Thaxter).

à la maturité des asques, comprend : 1° une série externe de cellules pariétales, disposées en quatre rangées de quatre cellules (*cellules labiales*); 2° une série interne, alternant avec la première, de quatre rangées de quatre cellules (*cellules de canal*), les quatre cellules inférieures se confondant avec les cellules pariétales inférieures [ces vingt-huit cellules provenant des cellules basales *o o* (fig. 132, I)] ; 3° enfin les quatre cellules pariétales primaires (*nn*, fig. 132, I) du début. Soit, en tout, 32 cellules constituant le périthèce proprement dit, sans compter les trois cellules basales, la cellule-pédicelle primaire et la cellule-pédicelle secondaire.

Dans les *Stigmatomyces*, les cellules de la série inférieure du col (*nc'* fig. 135, *O*) renflent leurs extrémités distales, épaississent leurs parois

et forment les *cellules de garde* qui, pour ainsi dire, contrôlent le passage des ascospores à leur sortie. Les asques, en grandissant, se séparent des cellulse ascogéniques, leur paroi se résorbe; les ascospores, libres dans la cavité du périthèce, devenant de plus en plus nombreuses, se poussent entre les cellules de garde; elles détruisent plus ou moins les cellules de canal *tc* et *cc*, se frayent un passage entre les cellules labiales *wz*, et se trouvent émises au dehors.

Variations du trichogyne. — Le trichogyne est parfois ramifié (*Amorphomyces*, (fig. 130), *Dimorphomyces*) multicellulaires avec rameaux spiralés (*Compsomyces*, fig. 136). Comme dans les Floridées, les extrémités (seules réceptrices) du trychogyne sont réfringentes à maturité, et la continuité du protoplasma dans les cellules successives est parfaitement nette.

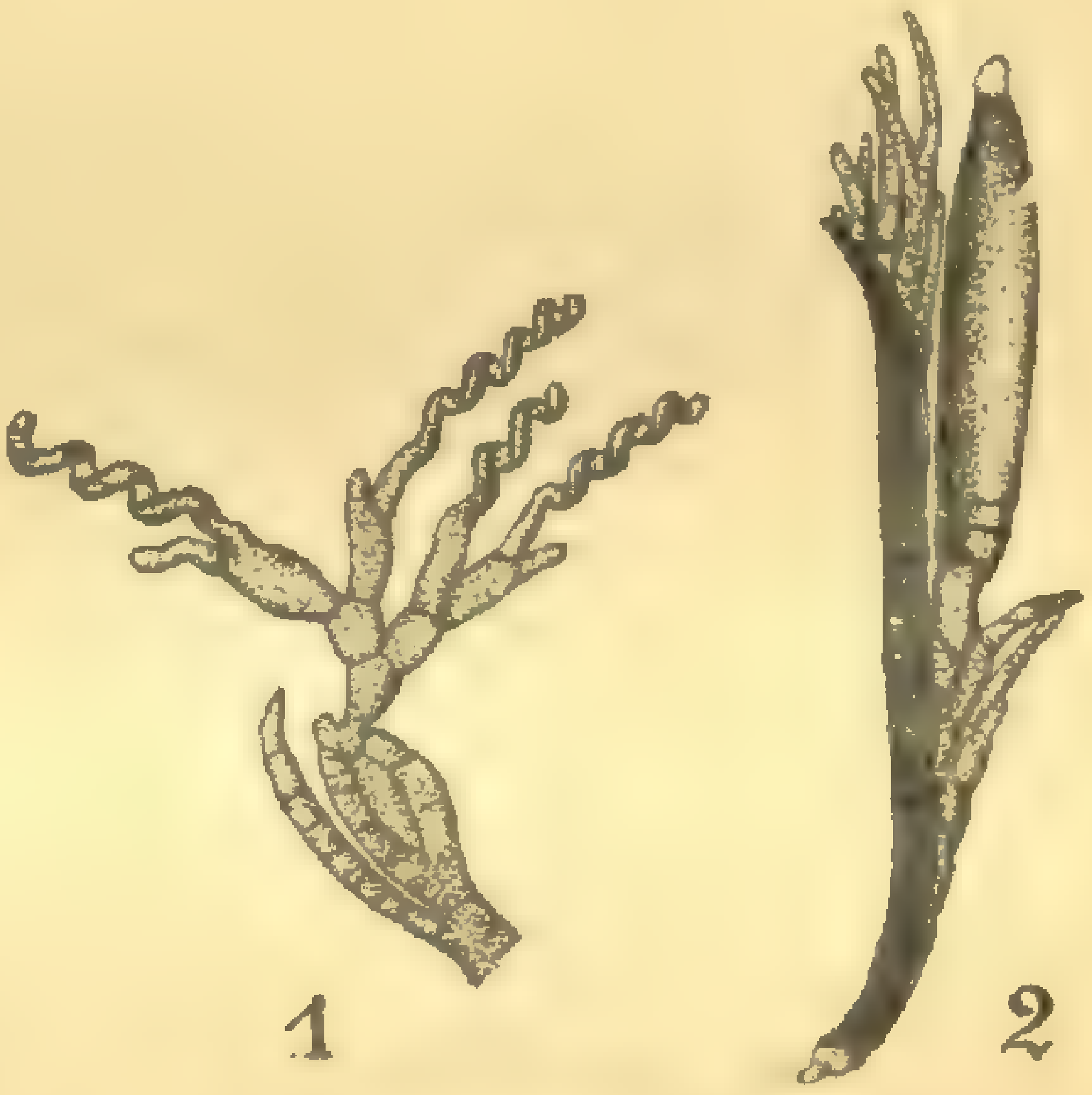


Fig. 136. — 1, *Compsomyces verticillatus* Th., périthèce jeune avec trichogynes spiralés; 2, *Chætomyces Pinophili* Th., individu adulte (d'après Thaxter).

Processus de fécondation. — Les anthérozoïdes adhèrent avec le trichogyne comme nous l'avons vu plus haut. Ils y sont parfois portés ou déchargés directement, d'autres fois c'est en flottant passivement dans l'eau qu'ils sont retenus au passage. Il y a des exceptions pour les anthérozoïdes exogènes. Ceux-ci adhèrent facilement, comme il a été dit, aux cellules voisines; d'autre part, dans les *Zodiomyces* par exemple (fig. 127, 3), le trichogyne se développe constamment vers le bas, et semble chercher l'anthérozoïde qu'invariablement on découvre attaché à son extrémité; enfin après contact, le trichogyne se relève.

Plusieurs exemplaires ont montré à M. Thaxter une conjonction nette des éléments mâles avec le trichogyne; mais en général il n'a pu observer la fusion des protoplasmas, les anthérozoïdes étant de trop petite taille.

La forme des cellules ascogéniques est variable, mais leur nombre est assez constant (4 dans les *Stigmatomyces*, 8 dans les *Haplomyces*, 3 par avortement dans les *Rhadinomyces*, etc.). Enfin l'asque a une forme identique dans la plupart des genres.

Résumé du développement du périthèce. — Le périthèce et l'organe sexuel femelle tirent leur origine d'une cellule unique, *latérale* (rarement terminale). Cette cellule se divise en deux : l'une, supérieure, donne le *procarpe* formé de la cellule carpogénique, de la cellule tricho-

phorique et du trichogyne (simple ou non); l'autre, inférieure, produit l'enveloppe du procarpe, *périthèce*, formé d'un pédicelle, d'une paroi externe, celle-ci différenciée en *cellules pariétales* en bas, et *cellules de canal* en haut. Toute la paroi interne se gélifie en général à la maturité, fait place aux asques, et ménage en outre un canal entre les *cellules labiales* de la série externe.

(*A suivre*). L. MATRUCHOT.

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 *(Fin)*.

IV. — GYMNOSPERMES

TUBEUF (1) a réuni les observations relatives aux productions de poils qui se rencontrent chez les Conifères, plantes qui passent souvent à tort comme en étant dépourvues. Ces formations se rencontrent soit sur les feuilles vertes (cotylédons épigés, feuilles primitives, feuilles définitives) sur les écailles et sur les feuilles florales, soit sur l'axe des bourgeons, soit sur les organes souterrains. L'auteur les classe d'après leur forme; c'est ainsi, pour ne citer que le cas des poils développés sur les cônes, qu'on rencontre des poils laineux (*Abies*), des papilles à parois épaisses *(Thuja, Cupressus)*, des poils glanduleux (*Pinus Cembra*), des poils sphériques, etc...

Dans les plantes aquatiques et chez beaucoup de Monocotylédones on trouve souvent des lacunes dans la région du bois primaire qui touche au parenchyme; S. RYWOSCH (2) a reconnu l'existence de pareilles lacunes dans la tige et la famille de plusieurs Conifères et chez les *Ephedra;* le bois primaire est résorbé et les anneaux et spirales des vaisseaux se trouvent dans un espace intercellulaire limité par des cellules de parenchyme; les coupes longitudinales montrent que cette résorption ne s'effectue pas dans toute la longueur d'un faisceau. La signification physiologique de ces lacunes ne peut être celle qu'on leur attribue chez les plantes aquatiques où elles peuvent servir de réservoirs d'air; l'auteur pense que les éléments spiralés ne peuvent s'étirer suffisamment lors de la division et de la croissance des éléments parenchymateux qui les entourent ; leur membrane subit une déchirure, d'où la formation de ces lacunes qui renferment les ornements lignifiés des vaisseaux.

L'étude de l'anatomie comparée du strobile des Conifères a fourni à M. RADAIS (3) de nouveaux caractères permettant de caractériser les genres et de les classer en groupes naturels. Ces caractères confirment

(1) C. Fr. von Tubeuf : *Die Haarbildungen der Coniferen* (Forstl.-naturw. Zeitschr., 1896, 51 p., 12 pl.).

(2) S. Rywosch : *Ueber das Vorkommen von Lacunen bei den Gymnospermen* (Sitzungsber. d. Nat. Gesellsch. bei der Univ. Dorpat, X, p 515-517).

(3) M. Radais : *Contribution à l'étude de l'anatomie comparée du fruit des Conifères* (Ann. Sc. Nat., 7ᵉ Série, XIX, 1895, p. 165-368, 15 Pl.).

la délimitation des genres établis précédemment chez les Abiétinées, les Taxodiées et les Araucariées, si on en excepte le *Keteleeria Fortune* Carr. compris par Bentham et Hooker dans le genre Abies et qui doiconstituer un genre distinct, comme l'avaient déjà proposé Carrière et M. Van Tieghem.

Les divergences sont plus nombreuses en ce qui concerne la délimitation des tribus ; citons en un seul exemple : le *Cunninghamia* doit être distrait des Araucariées (B. et H.) pour être réuni aux Taxodiées (B. et H.) auxquelles il se relie par les *Arthrotaxis*.

En ce qui concerne les caractères anatomiques du strobile considérés en eux-mêmes, les principaux résultats sont les suivants :

1° Chez les Abiétinées la distinction vasculaire de la bractée mère et de l'écaille séminifère est complète dès l'origine de ces appendices, ainsi que l'avait établi M. Van Tieghem.

2° Un tissu de transfusion accompagne chaque faisceau dans les appendices et le termine au sommet.

3° La graine est nourrie par un système vasculaire dont le développement est très variable suivant les groupes ; chez les Abiétinées et le *Sciadopitys* il est constitué par un faisceau très net ; il se réduit à quelques cellules spiralées chez les Taxodinées.

4° Dans les trois tribus (Abiétinées, Taxodinées, Sciadopityées) il existe des canaux sécréteurs ; dans la première ce sont de vrais canaux continus, dans la seconde de longues poches ; chez les Sciadopityées les deux modalités se présentent concurremment.

NESTLER (1) consacre un mémoire à l'étude des feuilles des Cycadées. Les stomates font dans la règle complètement défaut sur la face supérieure des pinnules ; une seule espèce de *Bowenia* fait exception ; il existe des stomates sur les deux faces du rachis, mais toujours plus nombreux à la face supérieure, ce qui correspond à une structure différente de ces deux faces.

L'auteur étudie à l'intérieur du groupe les variations de l'hypoderme, du tissu palissadique qui n'est guère développé que chez les *Cycas* et les *Encephalartos*, la disposition des faisceaux conducteurs qui ne se terminent librement qu'à l'extrémité des pinnules et celle des cellules à oxalate de chaux.

W. R. SHAW (2) a étudié le développement de l'ovule chez le *Sequoia sempervirens*. Chaque feuille carpellaire est constitué par une partie perpendiculaire à l'axe du cône à laquelle fait suite une partie très allongée, appliquée au contraire contre l'axe ; c'est sur la face vent

(1) Voir aussi Schinz : *Die Bedeutung der Flügel der Coniferensamen* (Ber. d. Schweiz. bot. Gesellsch., 1895, p. 26-27).

(2) A. Nestler : *Ein Beitrag zur Anatomie der Cycadeenfiedern* (Jahrb. f. w. Bot., p. 341-369, Pl. XI-XIV).

(3) Walter R. Shaw : *Contribution to the life-history of Sequoia sempervirens* (Bot.-Gazette, XXI, 1896, p. 332-340, Pl. XXIV).

trale de la portion basilaire que se trouve une rangée d'ovules (de un à dix) plus nombreux sur les carpelles médians que sur les autres, dont le tégument est exactement appliqué contre le nucelle. C'est en janvier que les fleurs mâles abandonnent leur pollen et à cette époque les cônes femelles ont leurs feuilles carpellaires écartées et celles-ci s'appliquent à nouveau les unes contre les autres en février. L'auteur passe en revue les stades par lesquels passe l'ovule aux différentes époques ultérieures ; un des points les plus nouveaux signalés dans cette note est la pénétration des tubes polliniques dans l'ovule, qui ne s'effectue pas par la région micropylaire, mais latéralement ; on observe donc une sorte de chalozogamie atténuée. Les caractères présentés par le développement de l'ovule du *Sequoia* sont des caractères primitifs.

L'appareil mâle des Gymnospermes a été étudié au point de vue de l'anatomie des feuilles staminales par M. Thibout (1) ; cet auteur ramène les diverses formes de fleurs mâles des Gymnospermes à deux types, le type *Cycadéen* et le type *Gnétacéen*.

Chez les Cycadées l'écaille staminale porte des sacs polliniques à la face inférieure ; la portion végétative de l'étamine présente de grandes dimensions et possède une structure très complexe. En-dessous d'un épiderme se trouve une masse épaisse de tissu fondamental renfermant des éléments de soutien, fibres et sclérites, des cellules à tannin et à oxalate de calcium, et de nombreux canaux sécréteurs. Les sacs polliniques ont une paroi constituée uniquement par une assise épidermique, ou bien par un épiderme renforcé d'une assise de fibres hypodermiques.

Ce type d'étamine est réalisé chez toutes les Conifères, avec une réduction de plus en plus accentuée de la portion végétative de l'étamine, représentée par l'écusson et le pédicelle, relativement à la portion fertile représentée par les sacs polliniques. En même temps que la portion végétative se réduit en volume, sa structure se simplifie et celle des sacs polliniques se complique.

Les Gnétacées sont les Gymnospermes qui possèdent les fleurs mâles où la division du travail est la plus parfaite ; mais le type de l'étamine semble, chez ces plantes, différent de celui des Cycadées et des Conifères ; c'est ainsi que l'étamine ne présente aucune trace d'écusson ; les sacs, dressés au sommet du pédicelle, s'ouvrent par une fente apicale ; chaque groupe de sacs reçoit un faisceau qui représente la terminaison du faisceau staminal, au lieu d'en être une ramification ; de plus les cellules épidermiques du sac sont dépourvues de zones d'épaisissement et leurs parois sont fortement sinueuses, caractères que nous ne retrouvons pas chez les autres Gymnospermes.

D'observations et d'expériences faites sur le *Pinus densiflora* Kenjiro

(1) Thibout : *Recherches sur l'appareil mâle des Gymnospermes* (Thèse de la Fac. des Sc. de Lille, 1896, Imp. Danel).

Fujii (1) conclut que tout rameau court peut être transformé en rameau long par suite de lésion intéressant la branche mère, et porter alors des organes reproducteurs ; il y a remplacement morphologique et physiologique.

De plus, le sexe des fleurs de cette plante ne serait pas déterminé par leur position morphologique sur la tige ; le sexe des fleurs reste indéterminé jusqu'à un certain stade de leur développement ; enfin une fleur qui, dans d'autres conditions, se développe en fleur mâle, a une tendance à devenir femelle lorsqu'il se produit un afflux de matières nutritives à un certain moment de son évolution.

Kenjiro Fujii (2), s'appuyant en partie sur des cas de tératologie, reprend la question de la valeur morphologique des fleurs chez le *Gingko biloba*. Les conclusions de ce travail sont les suivantes :

Les côtes de la graine correspondent au bord de la feuille carpellaire ; l'ovule est un organe de nature foliaire et le renflement cupulaire qui existe à sa base représente le limbe réduit du carpelle ; l'étamine est également de nature foliaire et l'appendice terminal qu'elle présente est ce qui reste du limbe staminal ; les ovules et les sacs polliniques du Gingko sont des formations des bords des feuilles reproductrices, alors que les sacs polliniques des Conifères ont été considérés jusqu'ici comme des organes développés à la surface inférieure des feuilles staminales. C'est normalement l'axe floral dont le bourgeon terminal est avorté qui porte deux carpelles rudimentaires ; contrairement à l'opinion de Strasburger l'auteur considère avec Eichler et Celakovsky la fleur femelle non pas comme une inflorescence, mais comme une fleur unique.

Fujii propose de regarder les Gingko comme formant une famille distincte dans le groupe des Gymnospermes, venant prendre place entre les Cycadées et les Conifères.

La principale particularité de structure présentée par les tiges de Cycadées consiste dans l'existence d'un anneau de formations secondaires en dehors de la zone normale ; ce caractère n'a été décrit que pour deux genres, les *Cycas* et *Encephalartos ;* cette particularité fait défaut dans d'autres genres, tels que les *Zamia*, *Dioon* et *Stangeria ;* le genre *Macrozamia* n'avait pas été étudié à ce point de vue ; Worsdell (3) vient de montrer que la même structure se retrouve dans ce genre dont il étudie la structure de la tige, en la comparant à celle des autres genres de Cycadées.

(1) Kenjiro Fujii : *Physiological Researches on the Sexuality of the Flowers of Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. (Bot. Magaz., 1895, IX, 5 p.).

(2) Kenjiro Fujii : *On the different Views hitherto Proposed regarding the Morphology of the Flowers of Gingko biloba* L. (Bot. Magaz., X, 1896, 11 p.).

(3) W. C. Worsdell : *The Anatomy of the Stem of Macrozamia compared with that of otther genera of Cycadeæ* (Ann. of Bot. X, 1896, p. 601-620, Pl. XXVII-XXVIII).

Les principaux caractères anatomiques de cette tige sont les suivants : il existe un système très développé de faisceaux médullaires, qui a une origine différente de celle des faisceaux primaires et ne se relie que secondairement avec lui ; les zones anormales de tissu vasculaire secondaire sont au nombre de deux ou trois ; il apparaît du cambium tertiaire, par régions isolées dans le parenchyme secondaire, situé entre la zone normale d'épaississement et la première zone anormale, ou bien entre les deux zones anormales.

Les études entreprises par Ikeno sur le *Cycas revoluta* et qui devaient l'amener à la découverte des anthérozoïdes dans ce genre de Gymnospermes, à peu près au moment où Hirase les signalait de son côté chez le Gingko, débutent par des recherches relatives à la cellule de canal chez les Cycadées (1) ; alors que cette cellule existe chez toutes les Conifères, son existence était niée chez les Cycadées par Warming, Treub et Strasburger. Ikeno montre au contraire qu'il s'opère une division caryokinétiqne de la cellule primitive de l'archégone, amenant la formation de l'oosphère et de la cellule de canal ; celle-ci est très petite et présente rapidement des phénomènes de désorganisation nucléaire, ce qui explique qu'elle ait échappé aux savants qui s'étaient occupés antérieurement de la question.

Nous analyserons dans la prochaine revue l'ensemble des travaux relatifs à la belle découverte faite par Hirase et Ikeno de la formation d'anthérozoïdes chez le *Gingko biloba* (2) et le *Cycas revoluta* (3), découverte confirmée par Webber, puis étendue récemment par MM. Nawaschine et Guignard aux Angiospermes, la plupart de ces travaux ayant paru postérieurement à 1896.

V. — CRYPTOGAMES VASCULAIRES

Tous les auteurs qui se sont occupés de l'anatomie comparée des Fougères consacrent une mention particulière aux Osmondacées qui offrent des caractères spéciaux dans la disposition de leur système vasculaire. P. Zenetti (4) reprend l'étude de ce système pour la tige et la feuille de l'*Osmunda regalis* ; il se rallie à l'opinion de Lachmann qui considérait le système vasculaire de l'*Osmunda* comme étant construit sur le

(1) S. Ikeno : *Note préliminaire sur la formation de la cellule de canal chez le Cycas revoluta* (Bot. Magaz. X, 1896, p. 61-63, Pl. V).

(2) S. Hirase : *On the Spermatozoid of Gingko biloba* (The Bot. Magaz. Vol. X, n° 116, p. 325).

(3) S. Ikeno : *On the Spermatozoid of Cycas revoluta* (The Bot. Magaz. Vol. X, n° 117, p. 325).

(4) P. Zenetti : *Das Leistungssystem im Stamm von Osmunda regalis L. und dessen Uebergang in den Blattstiel* (Bot. Zeitung. LIII, 1895, p. 53-78, Pl. II).

même type que celui des autres Fougères et n'ayant aucun rapport avec celui des Dicotylédones. Pour lui les faisceaux libéro-ligneux sont collatéraux, mais alors que les faisceaux ligneux sont séparés par des rayons médullaires les faisceaux libériens sont réunis pour former un anneau continu. Le système vasculaire de la feuille a une structure concentrique et fait assez remarquable le protoxylème et le métaxylème n'ont pas le même parcours.

Les feuilles sporangifères des Cryptogames vasculaires peuvent être semblables aux feuilles stériles, ou bien en différer soit seulement par différents organes destinés à protéger les sporanges, soit au point de vue de leur morphologie et de leur anatomie entières; H. Glück (1) passe en revue les rapports qui existent entre les feuilles stériles et les feuilles sporangifères chez les types où elles sont différentes. Dans une première partie de son mémoire l'auteur étudie en détail les dispositions qui assurent la protection des sporanges; lorsque ceux-ci sont superficiels on peut observer soit des poils (tels sont les poils en parasol de l'*Hymenolepis spicata* qui recouvrent absolument les sores) soit des cavités, soit des indusies; certains modes particuliers de protection existent chez les Ophioglossées, chez les Lycopodiacées où les feuilles sporifères se recouvrent à la façon des tuiles d'un toit, chez les Equisétacées, etc.

C'est dans la seconde partie de ce travail qu'il est plus spécialement traité de la comparaison morphologique et anatomique des feuilles stériles et fertiles normales; l'auteur s'aide pour l'établir des formes de feuilles qui établissent une transition entre ces deux extrêmes; ce sont les « *sterile Mittelformen* » qui sont intermédiaires entre les feuilles végétatives et les feuilles sporangifères, et sont dépourvues de sporanges, les « *fertile Mittelformen* » qui offrent également des caractères des uns et des autres et portent des sporanges, les « *Rückschlagbildungen* » qui ont tous les caractères des feuilles stériles normales mais occupent la place de feuilles sporangifères et les *feuilles entièrement fertiles* qui offrent d'une manière anormale des fructifications sur toute leur surface. En mettant à profit l'étude de ces intermédiaires l'auteur compare, dans tous les groupes, les caractères morphologiques (forme, nervation, etc.), et anatomiques (structure du mésophylle, de l'épiderme) des feuilles stériles et fertiles et de cette comparaison résulte la conclusion générale que ces deux sortes de feuilles sont homologues; leur développement est d'ailleurs le même jusqu'à un certain stade.

K. Goebel (2) constate et regrette que la classification actuelle des Fougères ne repose que sur les caractères de la plante sexuée, alors que le prothalle peut fournir, soit dans sa forme extérieure, soit dans la constitution anatomique de ses tissus végétatifs ou de ses organes

(1) Hugo Glück : *Die Sporophyllmetamorphose* (Flora, Vol. LXXX, 1895, p. 303-387, 1 Pl.).

(2) K Goebel : *Archegoniatenstudien. 8.* (Flora, LXXXII, 1896, p. 67-75, 7 fig.).

reproducteurs des caractères très importants, plus importants même que ceux sur lesquels on s'appuie uniquement. C'est ainsi qu'en étudiant le prothalle du *Gymnogramme pumila*, Fougère des forêts humides de la Guyane, l'auteur a reconnu que celui-ci était tout à fait semblable aux prothalles de *Vittaria ;* la feuille de ce *Gymnogramme pumila* possède d'autre part un caractère décrit par Luerssen comme très spécial aux *Vittaria*, *Monogramme* et *Anthophyum*, à savoir la présence dans l'épiderme de ses feuilles des cellules scléreuses ; aussi Goebel propose de faire sortir la Fougère en question du genre *Gymnogramme* et propose de l'appeler *Hecistopteris pumila*, nom sous lequel l'avait désignée Smith.

Le prothalle de cet *Hecistopteris* est formé par une seule assise de cellules, est multiséqué et donne naissance à de nombreux bourgeons adventifs ; les archégones forment plusieurs groupes sur le bord du prothalle, derrière la zone méristématique.

Goebel décrit en détail la formation des bourgeons adventifs et termine son article, en montrant que dans le genre *Taenitis* on range actuellement des espèces qui doivent être placées dans les Vittariées et d'autres qui doivent au contraire être exclues de ce groupe.

Le mémoire que C. Heim (1) consacre à l'étude de prothalles de Fougères se divise en quatre parties très distinctes : dans un premier chapitre, il traite de l'*apogamie* chez le *Doodia caudata ;* dans le second des phénomènes de régénération ; le troisième a trait à l'influence de la lumière sur la formation des organes sexuels ; le quatrième à l'importance des phénomènes de la reproduction sexuée pour la Systématique.

Des exemples d'apogamie ont été signalés par de Bary (*Pteris cretica, Aspidium cristatum*...), Sadebeck *(Todea africana)*, Leitgeb (*Osmumda regalis, Ceratopteris) ;* chez ces plantes l'apogamie était exceptionnelle et la cause en restait inconnue. Stange décrivit en 1886 le même phénomène dans différentes espèces de *Todea* et chez le *Doodya caudata ;* il observa qu'il existait surtout dans les prothalles âgés et que les conditions extérieurs influaient sur son apparition. C. Heim étudie d'abord avec grands détails le phénomène lui-même chez le *Doodya caudata* et indique dans quelles conditions il cultivait les prothalles de cette Fougère. Ces derniers ne présentent d'abord que des organes sexuels normaux ; dans beaucoup de cas la fécondation s'opère et il naît une plante ; mais si la fécondation ne s'opère pas les organes sexuels deviennent anormaux et il se forme sur le prothalle des protubérances desquelles naissent des plantes apogames.

Si on lèse les prothalles de Fougères il apparaît de nouvelles formations dans le cas où la lésion est opérée au voisinage du point végétatif ; si la lésion porte sur des régions plus âgées, il ne se forme que des prothalles adventifs. Si on sectionne un prothalle et qu'on rapproche

(1) Carl Heim : *Untersuchungen über Farnprothallien* (Flora, LXXXII, p. 329-373, 6 fig.).

les deux moitiés de la section, il ne s'effectue pas de soudure; les cellules de la section brunissent, meurent et ne sont remplacées par aucune formation nouvelle. Presque chaque cellule du prothalle possède la propriété latente de produire une nouvelle plante, mais ce phénomène est sous la dépendance des conditions extérieures. Les prothalles régénérés et les prothalles adventifs sont absolument constitués comme ceux qui sont issus de la spore.

L'auteur montre qu'une lumière faible empêche la reproduction sexuelle des Fougères de se produire. C'est dans une lumière dont l'intensité est d'environ le quart de la lumière solaire normale que le développement des prothalles de Fougères s'effectue le mieux. Les rayons ultra-violets n'ont aucune influence sur le développement des organes reproducteurs; à une ombre assez accentuée il se produit de nombreux prothalles adventifs; les rayons bleus et violets du spectre n'empêchent pas la croissance et la reproduction. Dans la lumière jaune les prothalles s'accroissent en longueur, sans presque s'élargir; quelques rhizoïdes seuls reposent à terre; le développement des organes sexuels ne peut s'effectuer.

C. Heim passe en revue dans un dernier chapitre le mode de formation des organes reproducteurs sexués dans la série des Fougères. Les Hyménophyllacées ont un prothalle qui se distingue nettement des autres par la structure spéciale de l'anthéridie, par sa forme filamenteuse, et par l'absence de cellule initiale. Chez les Osmundacées les archégones sont situés de chaque côté de la nervure médiane; on n'observe pas de poils; les anthéridies ne sont pas pourvues d'un anneau de cellules. Les Cyathéacés ont des prothalles garnis de poils pluricellulaires; l'anthéridie a sa cellule terminale divisée; par ces caractères les Dicksoniées se rapprochent des Cyathéacées. Chez les Gleichéniacées, les prothalles possèdent une cellule initiale, ils sont cordiformes et dépourvus de poils.

Dans toutes les familles précédentes la cellule terminale de l'anthéridie se détache régulièrement; dans celles qui suivent elle se déchire. Les caractères des organes sexuels permettent d'établir quatre groupes dans les Polypodiacées, deux dans les Schizéacées. Les Aneimiacées, dans lesquelles il faut faire rentrer le genre *Mohria* ont des prothalles irrégulièrement cordiformes, pourvus de poils réniformes sur toute leur surface. Les Lygodiées s'écartent des précédentes par les caractères des prothalles.

Les prothalles souterrains du *Botrychium virginianum* ont fait l'objet d'une étude de la part de C. Jeffrey (1) qui en a trouvé à des stades très divers de développement; ils sont d'une forme ovale, l'extrémité rétrécie correspondant au point végétatif; les jeunes spécimens présentent sur leur face inférieure et sur les côtés des poils pluricellu-

(1) Edw. Jeffrey: *The Gametophyte of Botrychium Virginianum* (Proc. of the Canad. Inst. 1896, p. 8-10).

laires; le milieu de la surface supérieure est occupé par une crête qui porte les anthéridies, les archégones étant situés sur les côtés de cette crête. La région inférieure du prothalle est constituée par un tissu jaunâtre, très riche en gouttelettes huileuses, le tissu de la région supérieure étant blanc et dépourvu d'huile; le tissu oléifère a ses cellules occupées par un champignon endophyte, probablement un *Pythium* stérile, le même que Treub et Goebel ont signalé dans le prothalle de diverses Lycopodiacées.

Le développement des anthérozoïdes présente les mêmes caractères que chez les Marattiacées et les Equisétacées; leur forme correspond au type normal des Fougères.

L'embryogénie des genres *Angiopteris* et *Marattia* a fait l'objet d'une étude très détaillée de la part de Jonkman (1) qui suit le développement de l'œuf en la plante feuillée; l'œuf se divise par une première cloison perpendiculaire à l'axe de l'archégone (contrairement à ce qui se passe sur les autres Fougères leptosporangiées où cette cloison est parallèle à l'axe de l'archégone) en deux cellules; puis une nouvelle cloison perpendiculaire à la première correspond à la formation de quatre cellules. Les deux cellules inférieures correspondent à la racine et au pied, les deux supérieures au cotylédon et à la tige. Les deux premières feuilles ne possèdent pas de stipules, ils apparaissent sur la troisième feuille; il apparaît au début, à la base de chaque feuille, une seule racine, alors que chez les plantes plus âgées ces racines sont beaucoup plus nombreuses.

Des caractères tirés de l'anatomie, l'auteur conclut que les Marattiacées ont plus de points de contact avec les Hépatiques, particulièrement avec les Anthocérotées, que les autres Ptéridophytes.

Le prothalle mâle des Cryptogames vasculaires hétérosporées a été, dans ces dernières années, étudié par beaucoup d'autres, surtout par Belajeff, mais il n'en a pas été de même du prothalle femelle; W. Arnoldi (2) a voulu combler cette lacune en étudiant le développe-

(1) H. F. Jonkman : *Embryogenie von Angiopteris und Marattia* (Bot. Centralbl., LXYI, 1896, p. 49-52).

(2) W. Arnoldi : *Die Entwickelung des weiblichen Vorkeimes bei den heterosporen Lycopodiaceen* (Bot. Zeitung., LIV, p. 159-168, 1. VI).

Voir aussi :

R. Sadebeck : *Adventivbildungen auf der Blattfläche von Phegopteris sparsiflora* (Ber. d. d. bot. Gesellsch., XIII, 1895, p. 21-32, Pl. III).

E. Heinricher : *Zur Frage über die Entwickelumgsgeschichte der Adventivknospen bei Farnen* (Ber. d. d. bot. Gesellsch., XIII, 1895, p. 112-114).

Ludwig Koch : *Ueber Bau und Wachsthum der Wurzelspitze von Angiopteris evecta* (Jahrb. f. w. Bot. XXVII, 1895, p. 369-403, Pl. XV-XVI).

C. T. Druery : *Ferns, Aposporous and Apogamous* (Sc. Progress. V, 1895, p. 242-248).

H. C. Schellenberg : *Zur Entwickelungsgeschichte der Equisetenscheiden* (Ber. d. deuts. bot. Gesellsch. XIII, 1895, p. 165-175, Pl. XVI).

ment du prothalle femelle des Lycopodiacées hétérosporés (*Isoetes* et *Selaginella*). Les macrospores de l'*Isoetes Malinverniana* germent au bout d'une vingtaine de jours après leur sortie et présentent au repos un noyau très excentrique ; l'auteur suit pas à pas les phénomènes de la division de cette spore dans laquelle se constitue d'un côté un tissu formé de nombreuses cellules et de l'autre une masse où les divisions sont peu nombreuses et souvent imparfaites, les cloisons cellulosiques ne se formant qu'incomplètement ; c'est dans la première région que se constituent les Archégones (de 1 à 3). L'auteur montre une fois de plus que les phénomènes de division de la macrospore sont tout à fait comparables à ceux qu'offre la formation de l'endosperme chez les Gymnospermes.

M. Molliard.

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

	Pages
Notes tératologiques sur le *Veronica prostrata*, par M. P. Grélot (avec treize figures dans le texte)	5
Influence des microbes du sol sur la végétation, par M. Edmond Gain.	18
Etude géo-botanique de la flore du haut bassin de la Sallanche et du Trient, par M. Paul Jaccard (avec une carte, Pl. 1).	
I. Introduction	33
II. Etude comparative de la flore dans les trois vallons	36
III. Provenance des éléments floraux	55
IV. Conditions qui ont présidé à l'immigration post-glaciaire de la flore du haut bassin du Trient .	61
V. Remarques biologiques	66
VI. Plantes ou stations nouvelles	68
VII. Résumé et conclusions	69
Influence de la lumière sur la formation des matières protéiques actives et sur l'énergie de la respiration des parties vertes des végétaux, par M. W. Palladine. . .	81
Phylogénie des Ulmacées, par M. Ch. Houlbert (avec cinq figures dans le texte et deux planches, Pl. 2 et 3) . . .	106
Sur les anthérozoïdes et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes, par M. L. Guignard (avec une planche, Pl. 4)	129
Sur la culture des fasciations des espèces annuelles et bisannuelles, par M. Hugo de Vries	136
Notice sur M. Charles Naudin, par M. Ed. Bornet.	161
Observations morphologiques sur les feuilles des Cupressinées, par M. Aug. Daguillon (avec neuf figures dans le texte et une planche, Pl. 5).	168
Araucaria imbricata	169
Wellingtonia gigantea.	175
Sequoia sempervirens	178
Cryptomeria japonica	180
Taxodium distichum	184
Genres *Cupressus*, *Chamæcyparis*, *Biota*, *Thuja* . .	189
Sur la galle de l'*Aulax Papaveris* Pers., par M. Marin Molliard (avec onze figures dans le texte)	209
Le professeur William Nylander, par M. A. Boistel . . .	218

Pages

Influence des changements de température sur la respiration des plantes, par M. W. Palladine. 241

Sur une anomalie de la vanille, par M. H. Jacob de Cordemoy (avec six figures dans le texte) 258

La végétation de l'île de Lesbos (Mytilène), par M. Paléologos Candargy (avec une carte et trois planches, Pl. 12 à 16) . 268

I. Régions botaniques 269

1. Région littorale 270

2. Région des plaines 272

3. Région de l'*Olea europæa* var. *oleaster* et du *Quercus coccifera* 273

4. Région du *Pinus maritima* 278

5 Région du *Quercus Ægilops* 310

6. Région du *Castanea vulgaris*. 312

II. Affinités de la flore de l'île de Lesbos avec les flores des autres pays 316

Recherches sur l'influence des anesthésiques sur la respiration des plantes, par M. N. Morkowine 289, 341

Sur la chute des feuilles de certaines monocotylédones, par M. Edm. Fouilloy (avec six figures dans le texte) . . . 304

Sur la formation des matières protéiques pendant la germination du blé à l'obscurité, par M. J. Goldberg . . . 337

Action indirecte de la lumière sur la tige et les feuilles, par M. E. C. Téodoresco (avec vingt figures dans le texte et une plance, Pl. 17) 369

I. Feuille 373

II. Tige 393

III. Contenu des cellules. 430

Sur le processus germinatif dans la graine de *Ximenia americana* L. et sur la nature des écailles radiciformes propres à cette espèce, par M. Edouard Heckel (avec dix figures dans le texte) 401

Revision des Orchidées de la Réunion, par E. Jacob de Cordemoy (avec six planches, Pl. 6 à 11). 409

Recherches expérimentales sur une dermatomycose des poules et sur son parasite, par MM. L. Matruchot et Ch. Dassonville (avec deux planches, Pl. 18 et 19). . . . 429

Influence de l'acide carbonique sur la forme et la structure des plantes, par M. E. C. Téodoresco (avec dix-neuf figures dans le texte et une planche, Pl. 20) 445

TABLE DES REVUES

DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Pages

Revue des travaux d'anatomie végétale parus en 1895 et 1896, par M. MARIN MOLLIARD (avec figures dans le texte) (*suite et fin*).

II. Angiospermes 29

1° Tissus 29, 72

2° Appareils végétatifs 74

3° Anatomie biologique. 79, 120

4° Anatomie expérimentale 123

5° Fleur 125, 152, 205, 238, 281

III. Anatomie systématique 283, 330, 436

IV. Gymnospermes 485

V. Cryptogames vasculaires 489

Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897, par M. L. MATRUCHOT (avec figures dans le texte) (*suite*).

IV. Péronosporées. 352

V. Saprolégniées. 356

VI. Monoblépharidées 367

VII. Oomycètes aberrants. 398

VIII. Ascomycètes : Laboulbéniacées 471

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME ONZIÈME

PLANCHE 1. Carte botanique du haut bassin de la Sallanche et du Trient.

— 2. *Ulmus campestris, Morus cuspidata.*

— 3. *Ulmus campestris, Cecropia obtusa, Morus nigra.*

— 4. Anthérozoïdes des Angiospermes.

— 5. *Araucaria imbricata, Cryptomeria japonica, Chamæcyparis Lawsoniana.*

— 6. *Angræcum neglectum, A. nutans, A. liliodorum, A. stipitatum.*

— 7. *Mystacidium costatum, M. Hermanni, M. pingue, M. longinode, M. pseudo-petiolatum.*

— 8. *Mystacidium obversifolium, M. minutum, M. nanum.*

— 9. *Angræcum penicillatum, A. expansum, A. viridiflorum, Lepervanchea tenuifolia.*

— 10. *Angræcum exile, Bonniera corrugata, Angræcum cornigerum, Mystacidium undulatum.*

— 11. *Bonniera appendiculata, Mystacidium spicatum, M. striatum.*

— 12 et 13. Carte botanique de l'île de Lesbos.

— 14. *Microlonchoides pinnatum, Odontarrhena lesbiaca.*

— 15. *Plantago subverticillata, Erysimum horizontale, Anthemis lesbiaca, Kenoplevrum virosum.*

— 16. *Euphorbia Phlomos, Viola lesbiaca, Allium hirtovaginum.*

— 17. *Chenopodium album.*

— 18. Lophophytie de la Poule.

— 19. *Lophophyton gallinæ.*

— 20. Appareil pour cultiver des plantes avec ou sans acide carbonique.

TABLE DES ARTICLES ET DES REVUES

PAR NOMS D'AUTEURS

Pages

BOISTEL (A.). Le professeur William Nylander 218

BORNET (Ed.). Notice sur M. Charles Naudin 161

CAUDARGY (P.). La végétation de l'île de Lesbos (Mytilène) 268, 310

DAGUILLON (Eug.). Observations morphologiques sur les feuilles des Cupressinées . . . 168

DASSONVILLE (Ch.). (Voyez Matruchot).

FOUILLOY (Edm.). Sur la chute des feuilles de certaines Monocotylédones 304

GAIN (Edm.). Influence des microbes du sol sur la végétation. 18

GOLDBERG (J.). Sur la formation des matières protéiques pendant la germination du blé à l'obscurité . 337

GRÉLOT (P.). Notes tératologiques sur la *Veronica prostrata* . 5

GUIGNARD (L.). Sur les anthérozoïdes et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes. 129

HECKEL (Ed.). Sur le processus germinatif dans la graine de *Ximenia americana* L. et sur la nature des écailles radiciformes propres à cette espèce. 401

HOULBERT (Ch.). Phylogénie des Ulmacées 106

JACCARD (P.). Etude géo-botanique de la flore du haut bassin de la Sallanche et du Trient 33

JACOB DE CORDEMOY (E.). Revision des Orchidées de la Réunion 409

JACOB DE CORDEMOY (H.). Sur une anomalie de la Vanille. . 258

Pages

MATRUCHOT (L.). Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897 (*suite*) 353, 398, 471

— et DASSONVILLE (Ch.). Recherches expérimentales sur une dermatomycose des poules et sur son parasite . . 429

MOLLIARD (M.). Sur la galle de l'*Aulax Papaveris* Pers. . . 209

— Revue des travaux d'anatomie végétale parus en 1895 et 1896 (*suite et fin*) 29, 72, 120, 152, 205, 238, 281, 330, 436, 485

MORKOWINE (M.). Recherches sur l'influence des anesthésiques sur la respiration des plantes . . 289, 341

PALLADINE (W.). Influence de la lumière sur la formation des matières protéiques actives et sur l'énergie de la respiration des parties vertes des végétaux 81

— Influence des changements de température sur la respiration des plantes 241

TÉODORESCO (E. C.). Action indirecte de la lumière sur la tige et les feuilles 369, 430

— Influence de l'acide carbonique sur la forme et la structure des plantes . . 445

VRIES (Hugo de). Sur la culture des fasciations des espèces annuelles et bisannuelles 136

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS D'AUTEURS DONT LES TRAVAUX ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS LES REVUES DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Explication des signes : (*a*) Revue des travaux d'Anatomie végétale ; (*c*) Revue des travaux sur les Champignons.

A

Ahlfvengren (*a*). 446
Andrews (Fr. M.) (*a*). . . . 153
Arcangeli (*a*) 240
Areschoug (*a*) 121
Arnoldi (*a*) 493
Atkinson (*c*) 359

B

Balázs (*a*) 152
Barth (*a*) 439
Becker (*a*) 437
Behm (*a*) 332
Belli (Saverio) (*a*). 75
Biermann (*a*) 283
Bodin (*c*). 399
Boergesen (*a*). 120
Bonnier (Gaston (*a*) . . 123, 124
Bossebœuf (*a*) 331
Bötticher (Willy) (*a*) 444
Boubier (*a*) 287, 331
Breda de Haan (van) (*c*) . . 356
Briquet (John) (a) . 29, 445, 446
Brunotte (*a*) 436
Buchenau (*a*) 442
Burchard (*a*) 239
Burgestein (*a*) 438

C

Cavara (*a*) 72
Chamberlain (Ch. J.) (*a*) 153, 159
Chauveaud (G.) (*a*) . . . 31, 74
Chimani (*a*). 30
Chodat (*a*) 78
Cooley (*a*) 239
Cornu (M.) (*a*) 443

D

Daniel (*a*) 78
Druery (*a*) 493

E

Effert (*a*) 445
Ewart (Miss F.) (*a*) 73

F

Familler (Ignaz) (*a*) 126
Fedde (*a*). 443
Ferrero et Gibelli (*a*) 127
Figdor (*a*) 122
Fiori (*a*) 442
Franke (Martin) (*a*) 445
Frédrikson (*a*) 442

Fritsch (*c*) 361
Frömbling (*a*). 335
Futterer (*a*). 288

G

Gabelli (*a*) 78
Gibelli et Ferrero (*a*) 127
Gilg (*a*). 330
Glück (Hugo) (*a*) 490
Goebel (*a*) 284, 490
Grevillius (*a*). 120
Grob (*a*) 283
Groom (*a*) 122, 286
Gwynne-Vaughan (*a*) 78

H

Hallström (*a*) 239
Hanausek (*a*) 282
Hartog (*c*) 356
Hartwich (*a*) 240
Hauptfleisch (*c*). 367
Heim (Carl) (*a*). 491
Heinricher (*a*). 122, 493
Hildebrand (*a*) 442
Hirase (*a*) 489
Hochreutiner (*a*) 79
Hoffmann (*a*) 436
Holm (*a*) 284
Horms (*a*). 442
Hubert (E. d') (*a*) 155

I

Ikeno (a). 489
Istvanffi (Von) (*c*) . . . 355. 366

J

Jahn (*a*) 99
Jeffrey (*a*) 157, 492
Jodin (*a*). 443
Jonkinan (*a*) 493
Jönssen (*a*). 79

K

Kenjiro Fujii (*a*) 488
Koch (Erwin) (*a*). . . . 444, 493

L

Lecomte (*a*). 332
Léger (*a*) 335
Lignier (*a*) 31, 336, 436
Lindemuth (*a*) 128
Linsbauer (*a*) 446
Lopriore (*a*) 75
Lutz (*a*) 29

M

Magnus (*c*). 355
Mangin (*c*). 353, 355
Marchand (*a*) 442
Marggraff (*a*) 285
Massart (*a*). 77
Maurizio (*c*) 366, 367
Mer (*a*). 77
Meyer et Pfitzer (*a*) 281
Michaelis (*a*) 439
Migliorato (*a*). 437
Mirabella (*a*) 74
Molliard (*a*) 160
Montemartini (*a*). . . . 125, 281
Mottier (*a*) 154
Müller (Fr.) (*a*). 287

N

Nawaschine (*a*). 158
Nænen (F. van) (*a*) 440
Nestler (*a*) 333, 486
Nihoul (*a*) 442

O

Olbers (*a*) 437

P

Pampaloni (*a*) 442
Parmentier (*a*) 439, 440
Perrot (*a*) 76
Pfitzer et Meyer (*a*) 281

R

Raciborski (*a*) 125
Radais (*a*) 485

Radlkoter (a). 438
Ramaley (a) 440
Redlich (a) 443
Rikli (a) 285
Rittershausen (a). 334
Rompel (a) 441
Rothdauscher (a) 335
Rothert (c) 355, 358
Russell (W) (a). 124
Rywosch (a) 485

S

Saccardo (a) 286
Sadebeck (a) 493
Sauvan (a). 76
Schaffner (a) 154
Schaw (W. R.) (a) 486
Schellenberg (a) 493
Schenk (a) 77
Schinz (a) 486
Schlickum (a) 282
Scholz (a). 78
Schostakowitsch (a) 121
Schröter (c) 359
Schulze (E.) (a). 240
Schulze (C.) (a). 330
Sieck (Willy) (a) 29
Sirrine (a) 332
Steppulm (a) 334

T

Tchouproff (a) 447
Thaxter (c) . . 359, 361, 364, 367, 471
Thibout (a). 487
Tretjakoff (a). 157
Trow (c). 357
Tubeuf (Fr. von) (a) 485

U

Ule (a). 281

V

Van Tieghem (a) . . 78, 152, 159
Vuillemin (c). 399

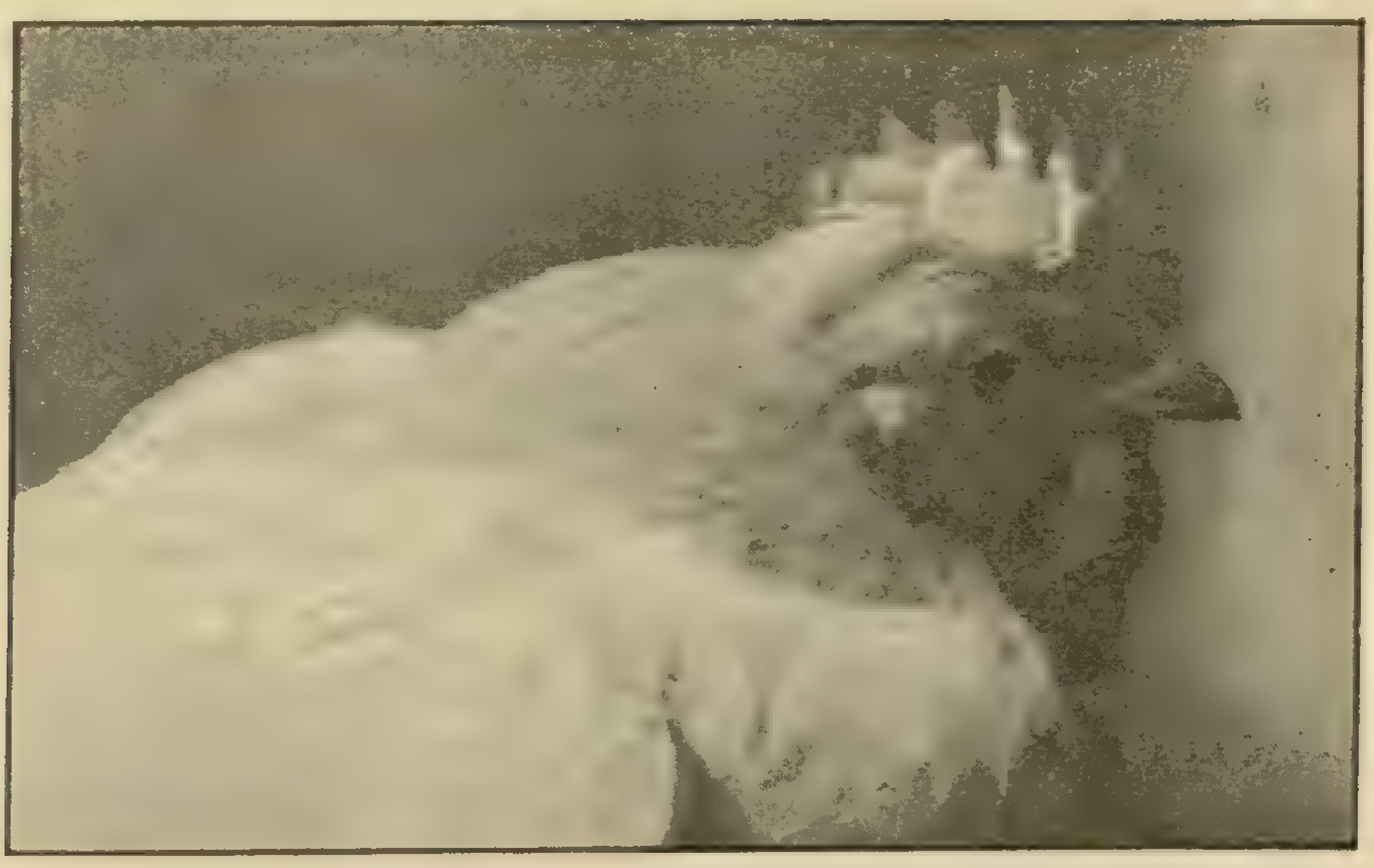
W

Wager (c) 355
Wagner (R.) (a) 444
Warburg (a) 334
Wehmer (c) 356
Westermaier (a) 157
Wittmack (a). 281
Worsdell (a). . . 122, 447, 488
Wunderlich (a). 446

Z

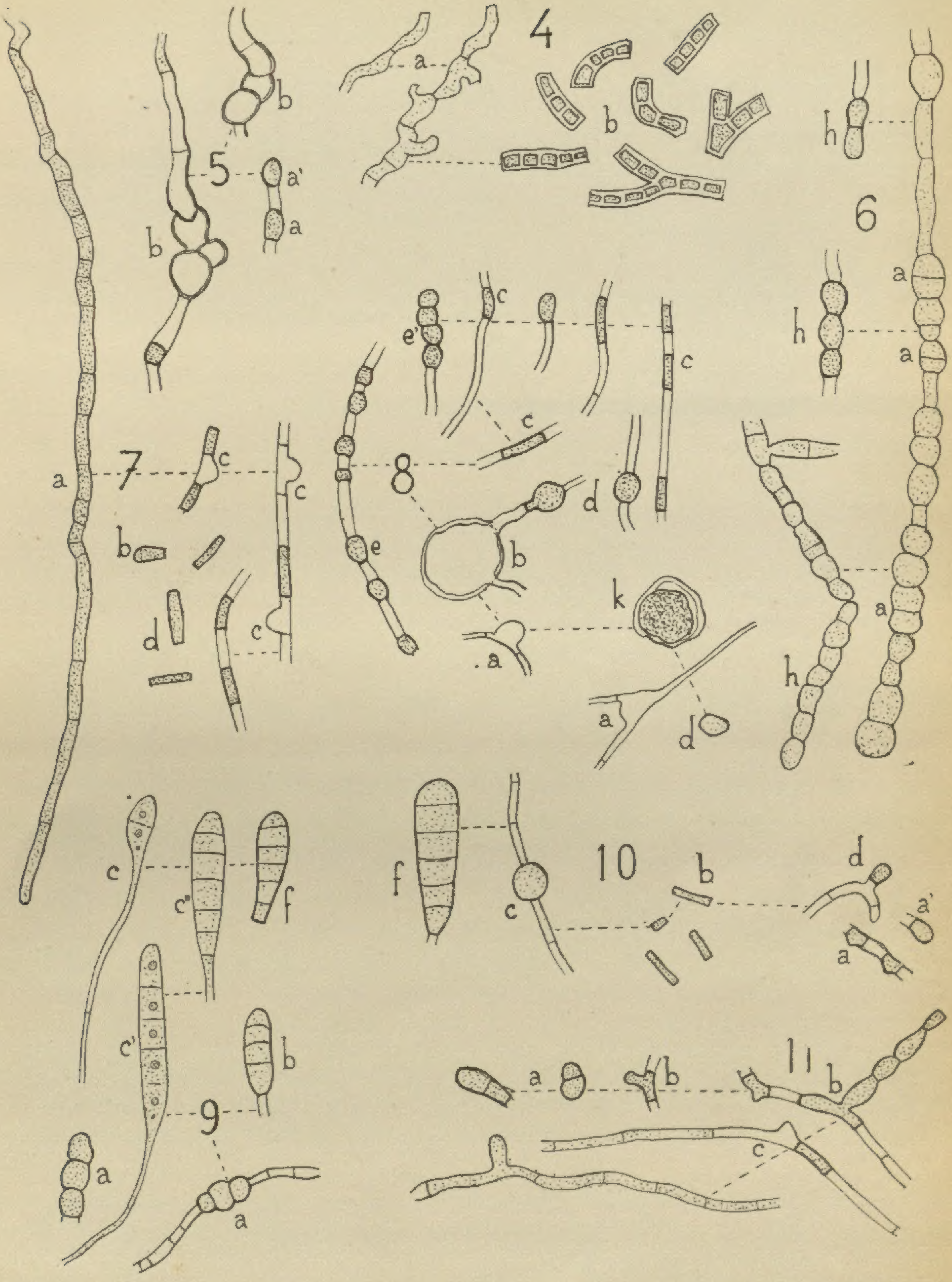
Zander (a) 447
Zeigler (a) 333
Zenetti (a) 489

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.



Auct. phot. *Imp. Le Bigot.* *Bertin sc.*

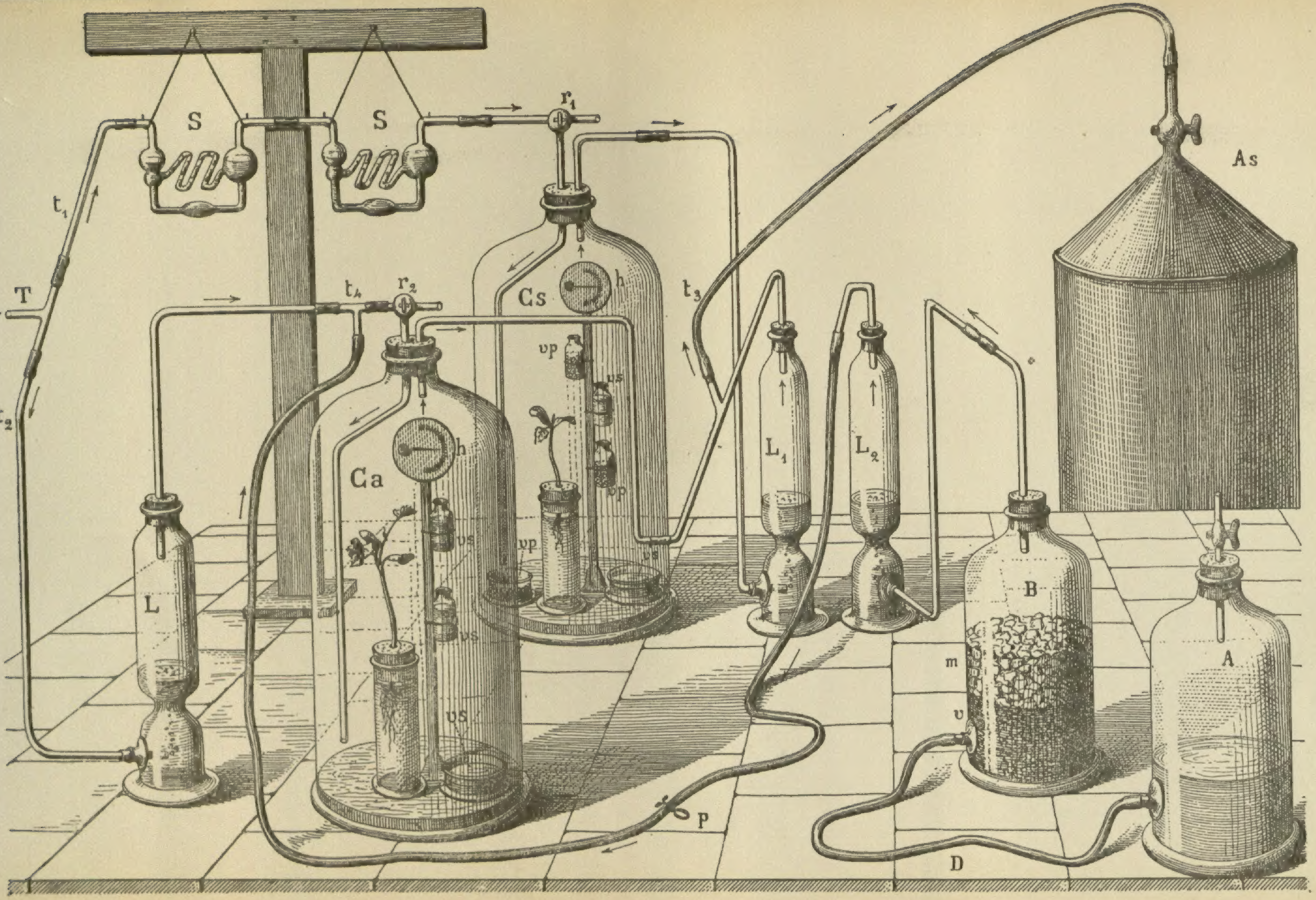
Lophophytie des Poules.



Auct. del. *Imp. Le Bigot.* *Bertin sc.*

Lophophyton gallinæ :

4, dans la lésion ; 5, culture de gélose ; 6, sur sérum de cheval ; 7, sur pomme de terre ; 8, sur milieu Sabouraud mannité ; 9, sur gélose glycérinée ; 10, sur milieu Sabouraud maltosé ; 11, sur pomme de terre glycérinée.



E. C. Teodoresco del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Appareil pour cultiver des plantes avec ou sans acide carbonique.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

11

TOME ONZIÈME

Livraison du 15 Janvier 1899

N° 121

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1899

LIVRAISON DU 15 JANVIER 1899

I. — NOTES TÉRATOLOGIQUES SUR LE *VERONICA PROSTRATA* (avec figures dans le texte), par **M. P. Grélot** 5

II. — INFLUENCE DES MICROBES DU SOL SUR LA VÉGÉTATION, par **M. Edmond Gain** 18

III. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896 (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** *(suite)* 29

Cette livraison renferme quatorze gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.